



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Especialização em Engenharia de Produção
Orientador: Professor Mestre Walter Nikkel.

GUILHERME DE BORBA

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA
NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RADIADOR E
CONDENSADOR AUTOMOTIVOS**

Curitiba

2012

GUILHERME DE BORBA

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA
EM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RADIADOR E
CONDENSADOR AUTOMOTIVOS**

Projeto apresentado à Universidade Federal do Paraná - UFPR, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Produção.

Curso de Engenharia Mecânica

Prof.orientador: Professor Mestre Walter Nikkel

Curitiba

2012


TERMO DE APROVAÇÃO

GUILHERME DE BORBA

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA EM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RADIADOR E CONDENSADOR AUTOMOTIVOS

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Departamento de Mecânica, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

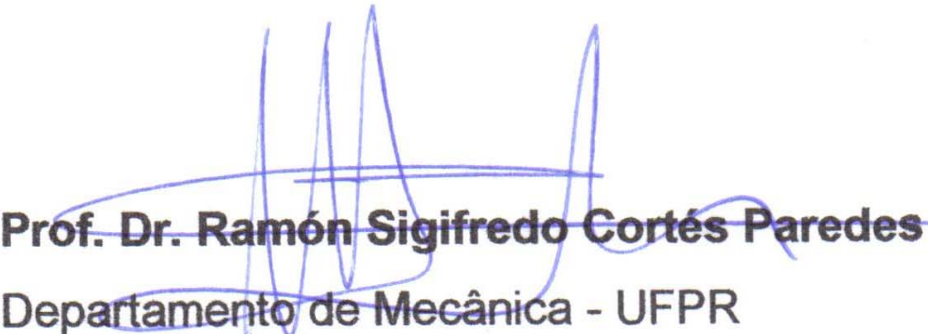
Orientador:



Prof. Ms. Walter Nikkel

Departamento de Mecânica - UFPR

Avaliador:



Prof. Dr. Ramón Sigifredo Cortés Paredes

Departamento de Mecânica - UFPR

Curitiba, 30 de outubro de 2012.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1 Conceitos básicos Lean Manufacturing	1
1.2 O que é Lean Manufacturing	1
1.2.1 Mentalidade Enxuta	1
1.3 Origem	2
2. Objetivo	4
3. Princípios do Lean Manufacturing	6
3.1 Estabilidade	6
3.2 Kaizen	6
3.2.1 Conceitos básicos do Kaizen	6
3.2.1 Descrever a ferramenta	7
3.3.1 Tipos de Kaizen:	7
3.3 Trabalho Padronizado	8
3.3.2 Por que o Trabalho Padronizado?	9
3.3.3 Definições Básicas:	11
3.3.3.1 Sequência De Trabalho	11
3.3.3.2 Diferenças Importantes	12
3.3.3.2.1 Trabalho Padronizado x Padrão de Trabalho	12
3.3.3.2.1 Sistema de produção Puxado x Sistema de produção Empurrado	13
3.3.3.3 Como aplicar no dia-a-dia	14
3.3.4 Os Benefícios	20
3.3 Heijunka	21
3.5 Jidoka	21
3.6 Just in time	22
4 Ferramentas	24
4.1 Kanban	24
4.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)	25
4.3 Redução de tempo de Set up	25
4.4 Programa 5s	26
4.5 Mapeamento de fluxo de valor	28

4.5.1 Valor	29
4.5.2 Fluxo Contínuo.....	29
4.5.3 Como fazer fluir?	30
4.5.4 Em que ritmo produzir?.....	30
4.6 Gerenciamento Áudio visual	31
4.7 Trabalho em equipe e Motivação.....	31
4.7.1 Trabalho em Equipe	31
4.7.2 Motivação.....	32
4.7.3 Prática de equipes vencedoras	33
4.8 Poka Yoke	34
4.9 Andon	35
5. Comprometimento e conscientização	36
6. Estudo de caso.....	37
6.1 Proposta do estudo	37
6.2 Apresentação do produto	38
6.2.1 Sistema de Arrefecimento.....	38
6.2.1.1 Radiador/módulo de arrefecimento do motor.....	38
6.2.2 Sistema de Ar Condicionado Automotivo.....	40
6.2.2.1 Ciclo de Refrigeração do Sistema de Ar Condicionado Automotivo.....	41
6.2.2.1 Principais Componentes do Sistema de Ar Condicionado Automotivo .	41
6.3 Manufatura do Radiador e Condensador CHE.....	45
6.3.1 Processo de Fabricação Radiador e Condensador	45
6.3.1.1 Preparação dos componentes	48
6.3.1.1.1 Estampagem do tank do condensador	48
6.3.1.1.2 Desengraxe	51
6.3.1.1.3 Fluxagem Binder	52
6.3.1.1.4 Fluxagem Inner fin	53
6.3.1.1.5 Estufa de secagem	54
6.3.1.2 Montagem Inicial	56
6.3.1.2.1 Conformação de aletas.....	57
6.3.1.2.2 Mesa de montagem (Montagem do core)	59

6.3.1.2.3 Aramagem	60
6.3.1.2.4 Montagem da colméia.....	61
6.3.1.2.4.1 Inserção do cap no modulador:	61
6.3.1.2.4.2 Inserção dos separadores no tank:	61
6.3.1.2.4.3 Solda dos conectores e modulador no tank:	62
6.3.1.2.4.4 Fluxagem manual e montagem da colméia:	63
6.3.1.2.4.5 Recalque do cap e inspeção da colméia:	64
6.3.2 Falhas do Radiador e Condensador CHE	65
6.3.2.1 Modos de falha do condensador CHE	65
6.3.2.2 Modos de falha do radiador CHE.....	68
6.3.3 Índice de refugo da linha do condensador e radiador CHE	69
6.3.3.1Índice de refugo do condensador CHE:	70
6.3.3.2Índice de refugo do radiador CHE:	73
6.3.3.3 Ferramentas complementares rutilizadas para melhorias na linha de montagem radiador e condensador CHE.....	76
6.5 Conclusão:.....	81
7.Referencias Bibliográficas.....	82

1. Introdução

1.1 Conceitos básicos Lean Manufacturing

O Sistema Toyota de Produção também conhecido por Lean Manufacturing ou Mentalidade Enxuta é uma filosofia gerencial que visa agregar valor, segundo a ótica do cliente final, e eliminar desperdícios.

1.2 O que é Lean Manufacturing

Mentalidade Enxuta é um usado para denominar uma filosofia de negócios baseada no Sistema Toyota de Produção que olha com detalhe para as atividades básicas envolvidas no negócio e identifica o que é o desperdício e o que é o valor a partir da ótica dos clientes e usuários.

As práticas envolvem a criação de fluxos contínuos e sistemas puxados baseados na demanda real dos clientes, a análise e melhoria do fluxo de valor das plantas e da cadeia completa, desde as matérias primas até os produtos acabados, e o desenvolvimento de produtos que efetivamente sejam soluções do ponto de vista do cliente. A adoção dessa filosofia tem trazido resultados extraordinários para as empresas que a praticam.

1.2.1 Mentalidade Enxuta

Filosofia gerencial baseada nas práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção (TPS):

- Especificar valor sob ótica do cliente
VALOR
- Alinhar na melhor seqüência as atividades que **criam valor**.
FLUXO DE VALOR
- Realizar essas atividades sem interrupção
FLUXO CONTÍNUO
- Sempre que alguém as solicita
PUXAR
- De forma cada vez mais eficaz
PERFEIÇÃO

1.3 Origem

O Sistema Toyota de Produção, também chamado de Produção enxuta e Lean Manufacturing, surgiu no Japão, na fábrica de automóveis Toyota, logo após a Segunda Guerra Mundial. Nesta época a indústria japonesa tinha uma produtividade muito baixa e uma enorme falta de recursos, o que naturalmente a impedia adotar o modelo da Produção em massa (Fordismo o paradigma dominante da época).

A criação do sistema se deve a três pessoas: O fundador da Toyota e mestre de invenções, Toyoda Sakichi, seu filho Toyoda Kiichiro e o principal executivo o engenheiro Taiichi Ohno. O sistema objetiva aumentar a eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios. *“O Sistema Toyota de produção desenvolveu-se a partir de uma necessidade. Certas restrições no mercado tornaram necessárias a produção de pequenas quantidades de muita variedade de produtos, sob condições de baixa demanda; foi esse o destino da indústria automobilística japonesa no período pós-guerra”.* Taiichi Ohno (1997)

O sistema de Produção em massa desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford no início da século XX, predominou no mundo até a década de 90. Procurava reduzir os custos unitários dos produtos através da produção em larga escala, especialização e divisão do trabalho. Entretanto este sistema tinha que operar com estoques e lotes de produção elevados. No início não havia grande preocupação com a qualidade do produto.

Já no Sistema Toyota de Produção:

- Os lotes de produção são pequenos, permitindo uma maior variedade de produtos, *“Produza apenas o que é solicitado pelo cliente!”* Taiichi Ohno;
- Os trabalhadores são multifuncionais, ou seja, desenvolvem mais do que uma única tarefa e operam mais que uma única máquina;
- No Sistema Toyota de Produção a preocupação com a qualidade do produto é extrema. Foram desenvolvidas diversas técnicas simples mas extremamente eficientes para proporcionar os resultados esperados, como o Kanban e o Poka-Yoke.

A CASA DA TOYOTA

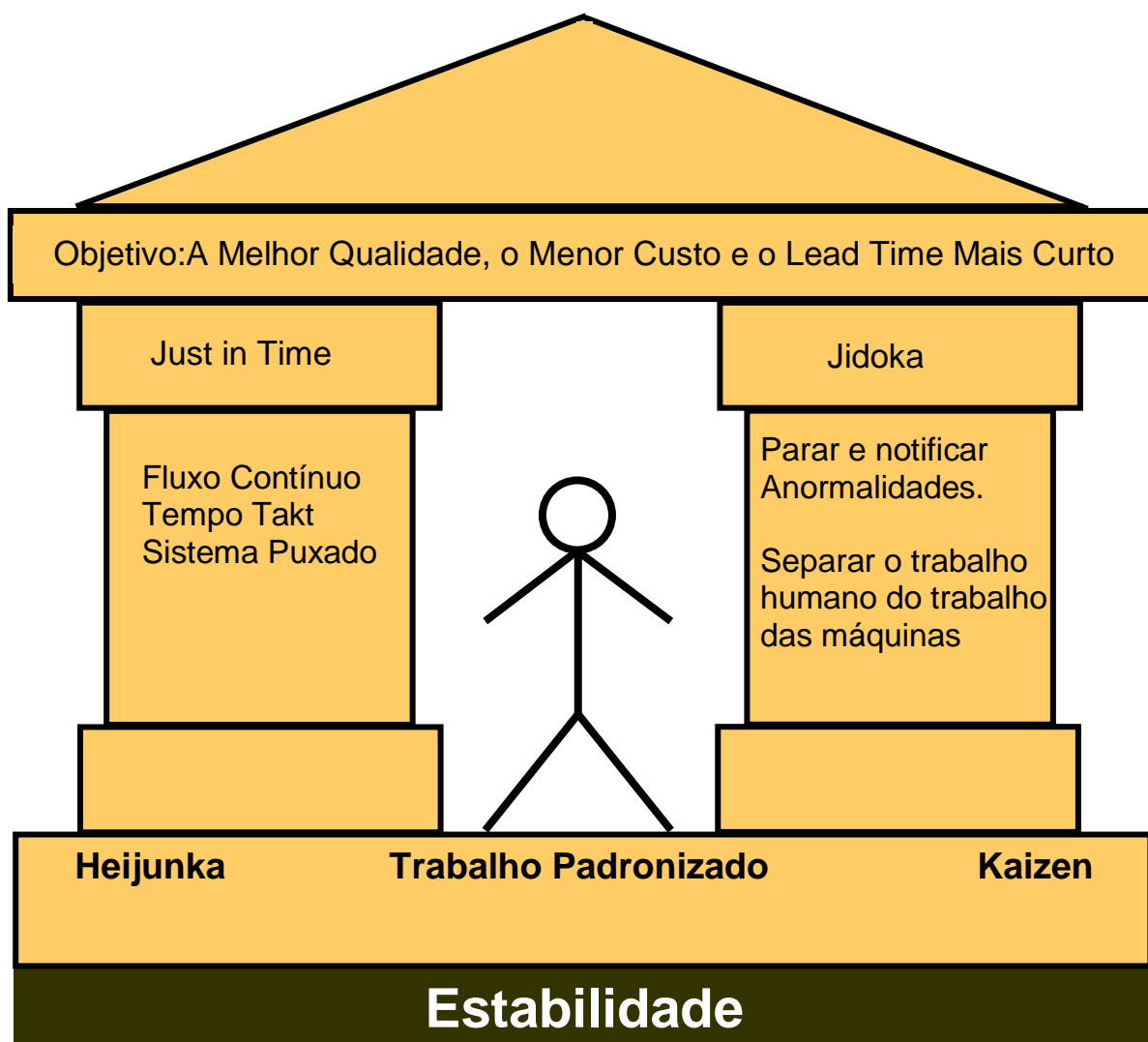


Figura 01 – Casa da Toyota

A base de sustentação do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício usando os princípios e atingindo a estabilidade. Os dois pilares necessários à sustentação é o Just-in-time e a Automação (Jidoka). Ao topo o cliente sendo sustentado com satisfação. Tudo isso com a ação do colaborador, peça fundamental no sistema de produção.

2. Objetivo

O sistema de produção Lean Manufacturing tem como principal objetivo aumentar a eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios. *“O Objetivo mais importante do Sistema Toyota tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios” Ohno (1997).*

Os principais desperdícios que o sistema visa eliminar são:

- Superprodução, a maior fonte de desperdício (estoque de produtos prontos);
- Tempo de espera, refere-se a materiais que aguardam em filas para serem processados (estoque de matéria-prima);
- Transporte, nunca geram valor agregado no produto;
- Processamento, algumas operações de um processo poderiam nem existir (trabalho padronizado);
- Estoque, sua redução ocorrerá através de sua causa raiz;
- Movimentação (trabalho padronizado);
- Defeitos, produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, mão-de-obra, movimentação de materiais defeituosos e outros.

Nesse disciplinado sistema de produção, as principais metas para alcançar os objetivos são:

- de minimizar o consumo de recursos que não adiciona valor ao produto;
- Aumentar a produtividade melhorando a qualidade, sem investimentos;
- atingir resultados expressivos na manufatura e em processos administrativos;
- Reduzir o lead time entre o pedido do cliente, a entrega do produto e o pagamento pelo mesmo;

- Estabilizar a produção;
- Reduzir o stress no trabalho eliminando atividades que não agregam valor;
- Eliminar desperdícios.

3. Princípios do Lean Manufacturing

3.1 Estabilidade

É a base para o sistema de produção enxuto, é a estabilidade que permite um bom planejamento de produção e o atendimento da demanda. É ela também que permite que os outros princípios do sistema sejam colocados em prática, melhorando continuamente.

Como conseguíamos a estabilidade da produção? Bastava resolver os problemas quando eles aparecem, com método científico ou embasado no conhecimento e atitudes de Liderança.

Para as empresas que já estão há algum tempo na Jornada Lean e que lutam para a manutenção das ferramentas já que fica é a de formação dessas lideranças sempre pelos seus superiores. Melhor explicando, a transferência de conhecimento deve

vir de cima para baixo, ou seja, o Presidente deve ser profundo conhecedor da filosofia lean e “ensinar” o Diretor que deve fazer o

mesmo com o Gerente e assim por diante.

3.2 Kaizen

3.2.1 Conceitos básicos do Kaizen

- É uma palavra japonesa, onde "Kai"significa Mudar e "Zen" significa Para Melhor. Porém, a tradução que expressa melhor o significado da filosofia é "Melhoria Contínua";
- É tanto uma filosofia como uma abordagem sistemática para a melhoria contínua dos processos que pode ser aprendido por qualquer pessoa e aplicado em qualquer local;

- É melhoria, realizar melhorias. O pensamente tem que ser esse, sempre existe algo que pode ser melhorado, e ninguém melhor pra fazer isso que as pessoas que estão em contato direto com a situação. Mas pode ser feito também por grupos de pessoas experientes de outros lugares, que podem analisar a situação e sugerir ideias.

3.2.1 Descrever a ferramenta

Um dos principais conceitos de produção enxuta, senão o principal conceito, é o KAIZEN. A palavra Kaizen significa melhoria contínua, ou seja, aplicar este conceito na empresa significa estimular os funcionários a sempre estarem buscando melhorias em seus processos produtivos. Uma das frases comumente encontradas quando se trata de Kaizen é: “Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje!” esta frase explica de maneira sucinta o conceito de Kaizen.

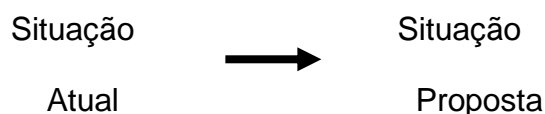
Para o Kaizen, é sempre possível fazer melhor, nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados concretos, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um baixo custo (que, conseqüentemente, aumenta a lucratividade), apoiados na sinergia gerada por uma equipe reunida para alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa.

3.3.1 Tipos de Kaizen:

Kaizen rápido: é uma melhoria direto no posto de trabalho.

- Deve ser simples;
- Para problemas simples;
- Até uma semana para implementação;

Ex: Situação no próprio posto de trabalho.



Kaizen Normal: Para problemas um pouco maiores.

- A implementação leva de 1 semana a 1 mês;
- Não se sabe ao certo a solução do problema, só existe uma idéia da solução.

PDCA (Planejar, fazer, checar e agir)

- PDCA (Plan, Do, Check, Act)
Ciclo de melhoria baseado no método científico de se propor uma mudança em um processo, implementar essa mudança, analisar os resultados e tomar as providências cabíveis;
- PDCA é uma sigla do que em inglês se expressa: Plan, Do, Check and Action;
- A implementação leva de 1 a 3 meses, é importante que não tenha prazos grandes para não perder o foco;
- Não existe uma idéia clara da solução do problema.

3.3 Trabalho Padronizado

O trabalho padronizado é a uniformização do método de trabalho do colaborador, com base para uma execução segura e completa de todas as atividades definidas, com o objetivo de padronizar as atividades desenvolvidas pela mão-de-obra do posto de trabalho.

Quais as vantagens:

- Permitir a flexibilidade, versatilidade e a rotatividade entre postos de trabalho;

- Distribuir melhor a carga de trabalho;
- Reduzir a variabilidade provocada pela mão-de-obra;
- Garantir a execução segura e completa de todas as atividades definidas;
- Estabelecer o método e os meios utilizados na execução de cada atividade;
- Visa a eliminação de desperdícios;
- Permite a prática do JIT e Jidoka;
- Referência para o kaizen.

3.3.2 Por que o Trabalho Padronizado?

Sem a padronização, todas as melhorias desmoronarão com o tempo.



Figura 02 - representação de uma situação análoga a padronização no dia a dia

A ferramenta assegura que as melhorias serão mantidas. A padronização funciona como um calço em uma pedra que no caso seriam as melhorias sendo rolada morro acima em meio as dificuldades.

Sem padronização:

- Melhorias inconsistentes;
- Resultados são imprevisíveis;
- Ganhos não são sustentados;
- Melhorias tornam-se repetitivas;

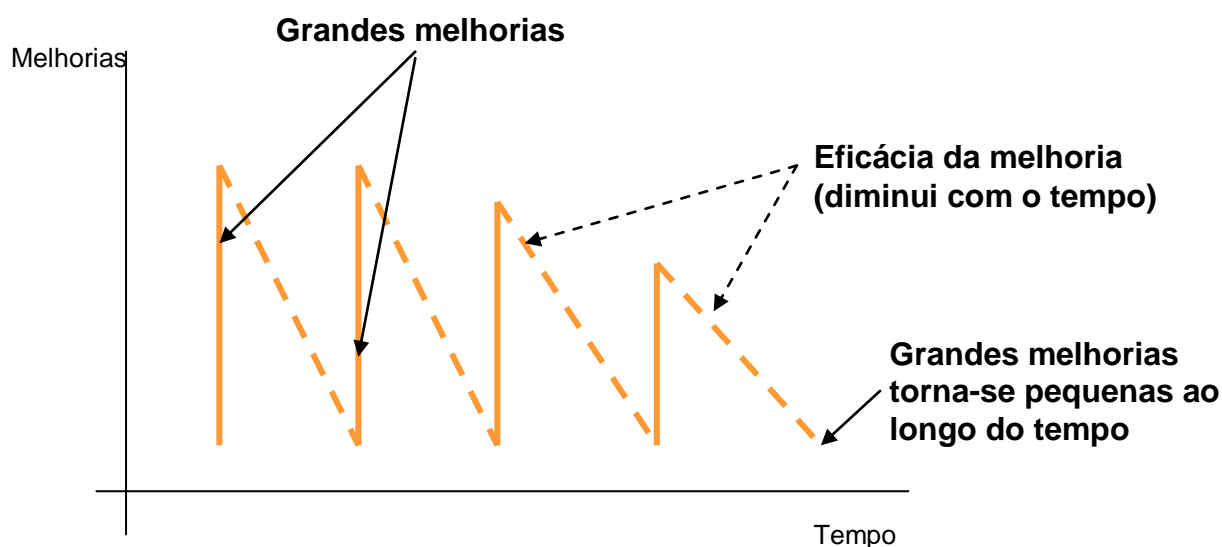


Figura 03 – Gráfico de tendência sem padronização

Com Padronização:

- Traz melhorias consistentes;
- Traz resultados previsíveis;
- Assegura estabilidade das melhorias;
- Permite melhoria contínua em vez de repetitiva.

Melhorias

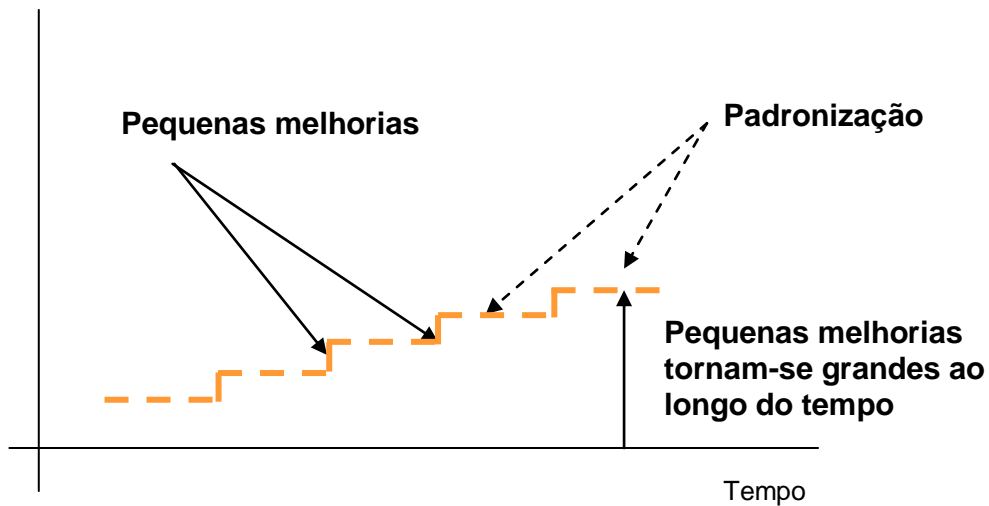


Figura 04 – Gráfico de tendência com padronização

Trabalho Padronizado: a base para o kaizen.

Sem TRABALHO PADRONIZADO não há kaizen! Melhorias perdem a objetividade.

3.3.3 Definições Básicas:

3.3.3.1 Sequência De Trabalho

Ordem em que as atividades do operador são executadas.

- Seqüência de Operação, visa o Operador;
- Seqüência de Processo, visa o Produto.

Segue abaixo um esquema da diferença:

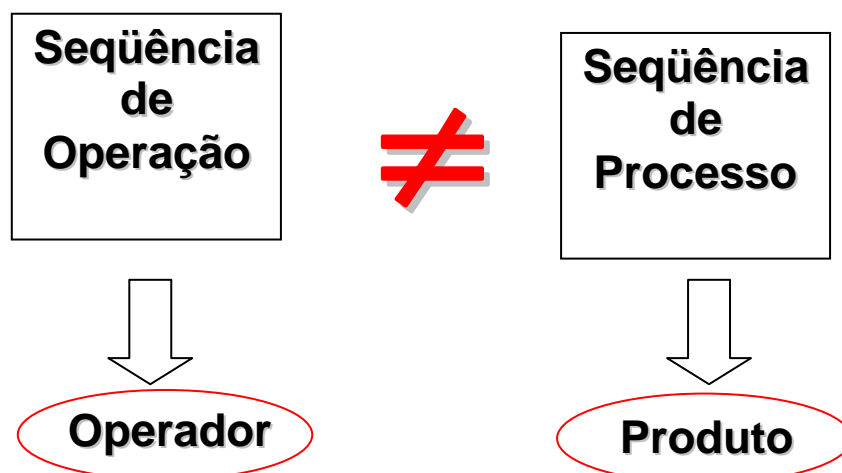


Figura 05 - Esquema da diferença entre seqüência de operação e de processo.

3.3.3.2 Diferenças Importantes

3.3.3.2.1 Trabalho Padronizado x Padrão de Trabalho

Trabalho Padronizado envolve os três elementos: Tempo Takt (TT), Sequência de trabalho e Estoque padrão em processo, é centrado no operador, e os documentos utilizados são: quadro de capacidade de produção, tabela de combinação de trabalho padronizado e diagrama de trabalho padronizado.

Os três elementos:

- Tempo Takt: É a taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender à demanda do cliente.

$$\text{T.T} = \frac{\text{Tempo disponível no período}}{\text{Demanda do cliente no período}}$$

Demanda do cliente no período

- Determinado em função da demanda; é um compromisso mútuo entre vendas, produção, suprimentos, etc; referência única para todo sistema de operação;
 - Lead Time: O tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou um fluxo de valor, desde o começo até o fim.
- Sequência de trabalho: É a sequência exata de trabalho em que um operador realiza suas tarefas dentro do tempo takt, como visto no tópico anterior;
 - Estoque padrão em processo: É o estoque, incluindo os itens que estão em máquinas, exigido para manter o processo operando suavemente.

Padrão de trabalho é a base de elaboração do trabalho padronizado, depende de especificações técnicas e os documentos utilizados são as instruções de trabalho.

Segue abaixo um esquema:

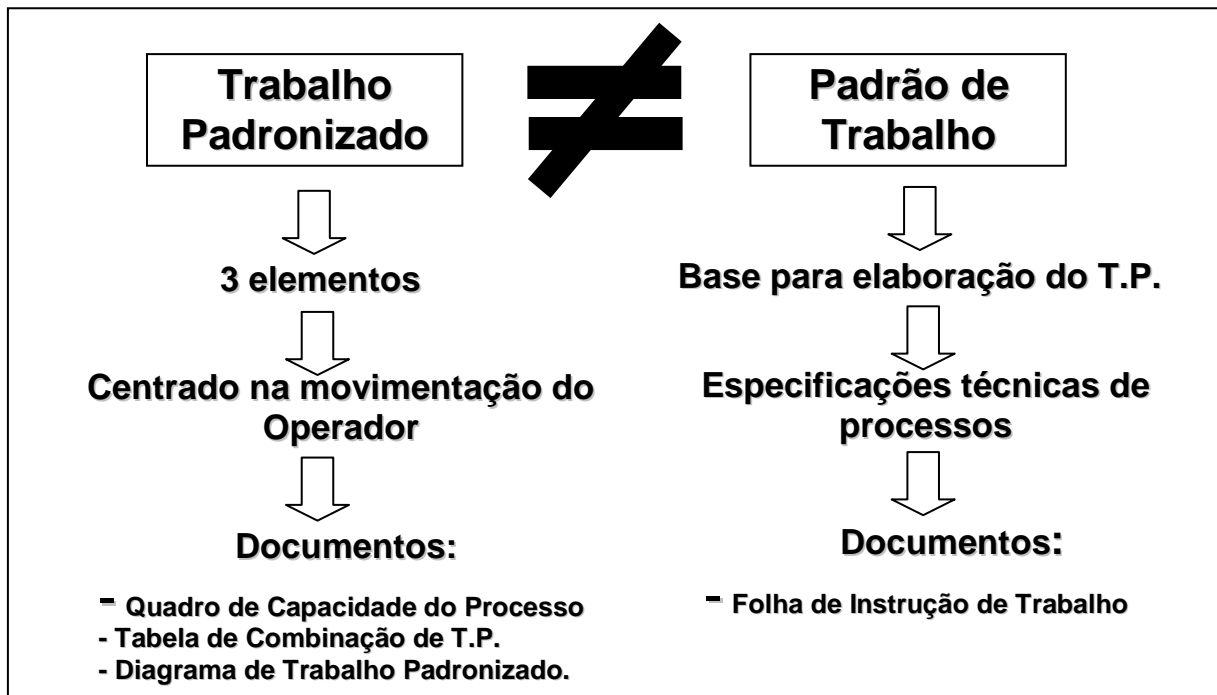


Figura 06 - Esquema da diferença entre Trabalho Padronizado e Padrão de trabalho.

3.3.3.2.1 Sistema de produção Puxado x Sistema de produção Empurrado

O QUE É UM SISTEMA EMPURRADO?

- É aquele em que as diferentes etapas do fluxo de valor estão desconectadas;
- Cada etapa recebe sua própria programação.
- Muitas vezes, a programação é baseada nas projeções de demanda: Que, quase sempre, não se confirmam.
- É usado na produção em massa (Fordismo).

O QUE É UM SISTEMA PUXADO?

- É aquele que só faz o necessário, quando necessário.
- Através de mecanismos de controle da produção em excesso
 - Repensar o fluxo de informações
- Utilizado no sistema de produção enxuta.

SISTEMA PUXADO

Sistema em que cada etapa do processo só deve produzir um bem, serviço ou informação quando um processo posterior, ou o cliente final, o solicite.

Esta solicitação se dá através do consumo de um estoque controlado, chamado supermercado, localizado entre os processos.

Se o processo posterior não consumir um determinado item, o processo anterior NÃO produzirá, mesmo que isto contrarie a previsão de vendas.

3.3.3.3 Como aplicar no dia-a-dia

Para aplicar o Trabalho Padronizado é necessário usar alguns documentos específicos: Folha de Estudo de Processo (FEP), Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado (TCTP), Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO), e o Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP).

Folha de Estudo de Processo (FEP) contém:

- Elementos de trabalho
- Tempos cronometrados
- Tempo ciclo de máquinas

gemalto®		FOLHA DE ESTUDO DE PROCESSO											
Estudo do Processo			Processo: Embedding					Observador:			Data/Hora:		Página:1/1
Etapas do processo	Elemento de Trabalho		Operador: Adriano Cesar								Máquina tempo de ciclo	Observações	
			Tempo Observado										
										Menor	Média		
miling	carregar cartões ml	1	0:02:00	0:02:00	0:01:18	0:00:12	0:00:21	0:00:28	0:00:07		00:07.3	00:55.1	Inserir cartões no magazine de entrada
miling	ligar a máquina ml	2	0:01:15	0:00:53	0:00:04	0:00:28	0:00:28	0:00:21		00:04.0	00:34.8	Aberta os botões na lateral do equipamento	
miling	retirar amostras ml	3	0:00:15	0:00:33	0:00:34	0:01:25	0:00:38	0:00:20		00:15.4	00:37.5	Aberta botão para retirar as amostras	
miling	conferir amostras ml	4	0:02:56	0:02:12	0:03:23	0:03:41	0:01:47	0:01:38		01:37.6	02:36.1	Vai até o VC e utiliza o software	
miling	ajustar parâmetros ml	5	0:00:23	0:00:18						00:17.5	00:20.1	Na máquina ajustando as medidas no micro	
miling	retirar novas amostras ml	6	0:00:33	0:00:33	0:00:34	0:01:25	0:00:38			00:32.6	00:44.3	Aberta tea e aguarda a saída das amostras	
miling	conferir novas amostras ml	7	0:02:12	0:03:23	0:03:41	0:01:47	0:01:38			01:37.6	02:32.1	No VC	
miling	ajustar novamente os parâmetros	8	0:00:18	0:00:23						00:17.5	00:20.1	Ajusta com as teas na máquina	
miling	retirar mais amostras ml	9	0:00:34	0:00:15	0:00:20	0:00:11				00:11.1	00:20.2	Aberta tea e aguarda a saída das amostras	
miling	conferir as amostras ml	10	0:03:23	0:03:41	0:01:47	0:01:38				01:37.6	02:37.3	No VC	
miling	ajustar parâmetros ml	11	0:00:59	0:00:18	0:00:23					00:17.5	00:33.1	Ajusta com as teas na máquina	
miling	retirar novas amostras ml	12	0:01:25	0:00:33	0:00:33	0:00:34	0:01:25	0:00:38		00:32.6	00:51.0	Aberta tea e aguarda a saída das amostras	
miling	Realizar controle qualidade	13	0:00:20							00:19.5	00:19.5	Preenche Check List	
miling	conferir as amostras ml	14	0:03:41	0:02:12	0:03:23	0:03:41	0:01:47	0:01:38		01:37.6	02:43.7	Vai até o VC e utiliza o software	
miling	ajustar parâmetros ml	15	0:00:17	0:00:59	0:00:18	0:00:23				00:17.0	00:29.0	Aberta tea e aguarda a saída das amostras	
miling	retirar amostras ml	16	0:00:38	0:00:34	0:00:15	0:00:20	0:00:11			00:11.1	00:23.7	Aberta tea e aguarda saída das amostras	
miling	conferir as amostras ml	17	0:01:47	0:03:41	0:02:12	0:03:23	0:03:41	0:01:47	0:01:38	01:37.6	02:35.5	Vai até o VC e utiliza o software	
miling	inicializar produção ml	18	0:01:12	0:00:32	0:01:16	0:00:31	0:00:29	0:00:35	0:01:12	00:29.0	00:49.7	Aberta tea de início miling	
miling	carregar cartões ml	19	0:00:25	0:01:18	0:00:12	0:00:21	0:00:28			00:11.7	00:32.6	Coloca cartões no magazine de entrada	
Plug	inicializar pg	20	0:00:40	0:00:29	0:00:17	0:00:36	0:00:57	0:01:56		00:16.7	00:49.1	Açiona teas para iniciar a produção	

Figura 07 – Folha de estudo de processo preenchida

Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado (TCTP):

Objetivo:

- Mostra as interações entre operadores e máquinas e permite que se recalcule o conteúdo de trabalho dos operadores em função de mudanças no Tempo Takt

Para que serve:

- Operador tem como verificar os tempos que devem ser utilizados para cada elemento de trabalho
- É possível verificar a indicação dos tempos manuais, caminhadas e máquinas

gemalto				TABELA DE COMBINAÇÃO DE TRABALHO PADRONIZADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
TCTP	De:			Data:			Unidades necessárias por turno:				Manual Caminhar Auto																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Para:			Área:			"Takt time":																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Elementos de Trabalho	Tempo (Seg)			Segundos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Manual	Auto	Caminhar	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665	670	675	680	685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785	790	795	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	850	855	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930	935	940	945	950	955	960	965	970	975	980	985	990	995	1000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</

Figura 08 – Tabela de combinação de trabalho padronizado

INTERPRETANDO O TCTP :

➤ TCTP **De:** **Para:**

DE: Atividade que inicia o processo;

PARA: Atividade que finaliza o processo;

- **Data:** dia, mês e ano em que foi elaborado o TCTP;
- **Área:** local onde é aplicável o TCTP;
- **Elementos de trabalho:** É uma pequena tarefa, ou seja, é o menor incremento de trabalho que pode ser transferido para outra pessoa;
- **Tempo Takt:** É a taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender à demanda do cliente;
- **Tempo:** é o valor da medição encontrada no estudo do processo realizado na FEP (Folha de Estudo de Processo), os tempos são medidos:
 - Manual – elemento de trabalho realizado manualmente, sem máquina envolvida;
 - Auto – elemento de trabalho que envolve a utilização de máquina envolvida;
 - Caminhar – elemento de trabalho que requer o deslocamento do operador para realização do próximo elemento de trabalho.

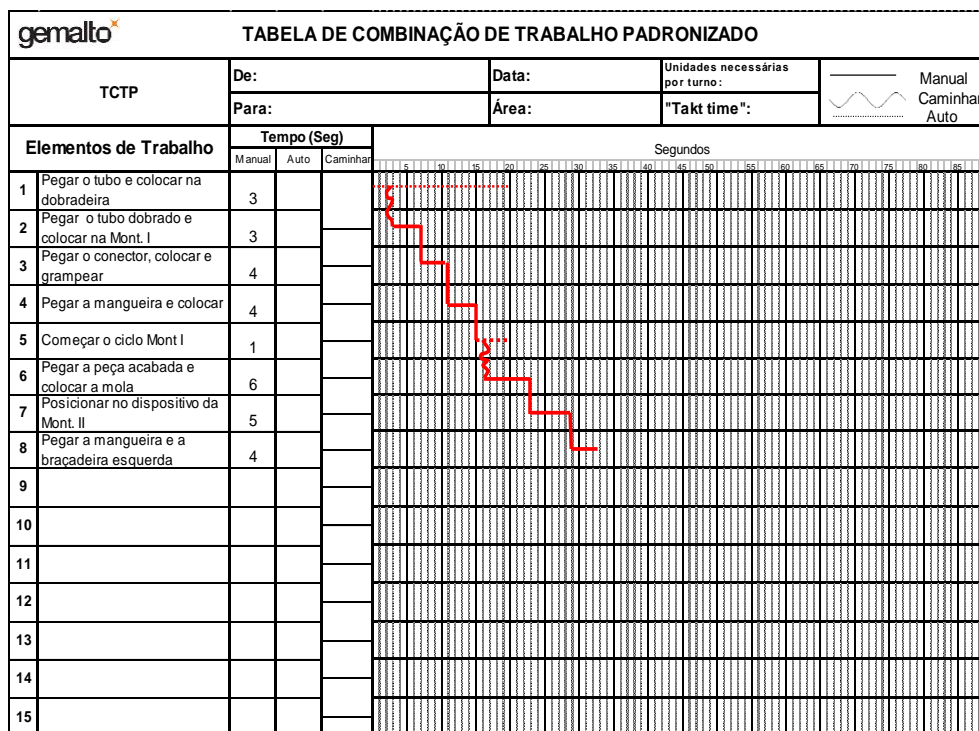


Figura 09 – Tabela de combinação de trabalho padronizado preenchido

Gráfico de Balanceamento de Operadores (GBO):

Objetivo:

- Criar fluxo contínuo de processos com múltiplas etapas e múltiplos operadores;
- Distribuir elementos de trabalho entre operadores, relacionando-os ao Tempo Takt;
- Conhecido também como Diagrama de Carga do operador ou Quadro Yamazumi;
- É importante que seja disponibilizado na área de trabalho.

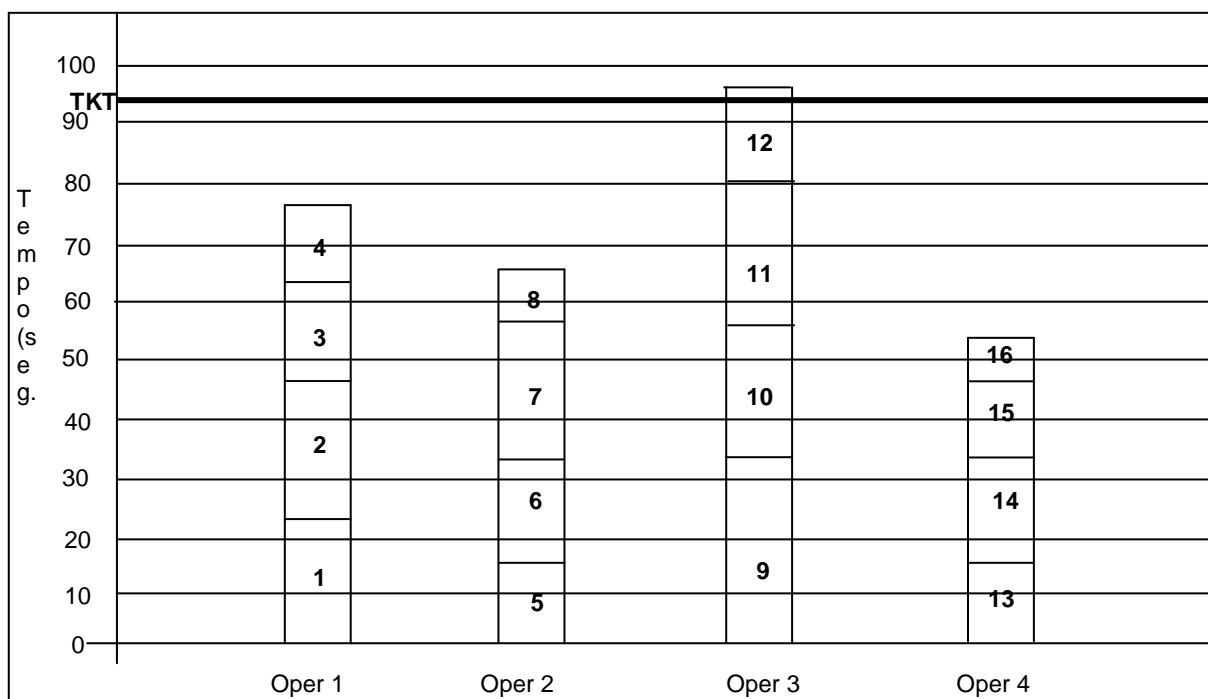


Figura 10 – Gráfico de balanceamento de operadores preenchidos

Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP):

Objetivo:

- Mostrar a movimentação do operador, a localização dos materiais e das máquinas do processo total;
- É importante que seja disponibilizado nos locais de trabalho.

gemalto [®] DIAGRAMA DE TRABALHO PADRONIZADO						
Diagrama do Trabalho padronizado	De:	Data de Preparação:	Preparado por:	Depto:	Lider de Equipe:	Supervisor:
	Para:					
Inspeção da Qualidade ◆	Precaução com segurança ⊕	Estoque em Processo Padrão ●	Unidades de estoque em processo padrão:	Tempo Takt	Tempo de Ciclo	Número do operador

Figura 11 – Padrão para elaboração do diagrama de trabalho padronizado utilizado na Gemalto Cartões e Terminais.

Interpretando O DTP:

● Inspeção da Qualidade: indicação do elemento de trabalho que envolve inspeção / monitoramento

⊕ Precaução com segurança: indicação do elemento de trabalho que requer cuidados / ações com segurança para evitar acidentes/incidentes

◆ Estoque em Processo Padrão: indicação da existência de estoque padrão no processo

Unidades de estoque em processo padrão: quantidade padrão de material em estoque durante o processo.

Número de operadores: quantidade de pessoas que trabalham no processo

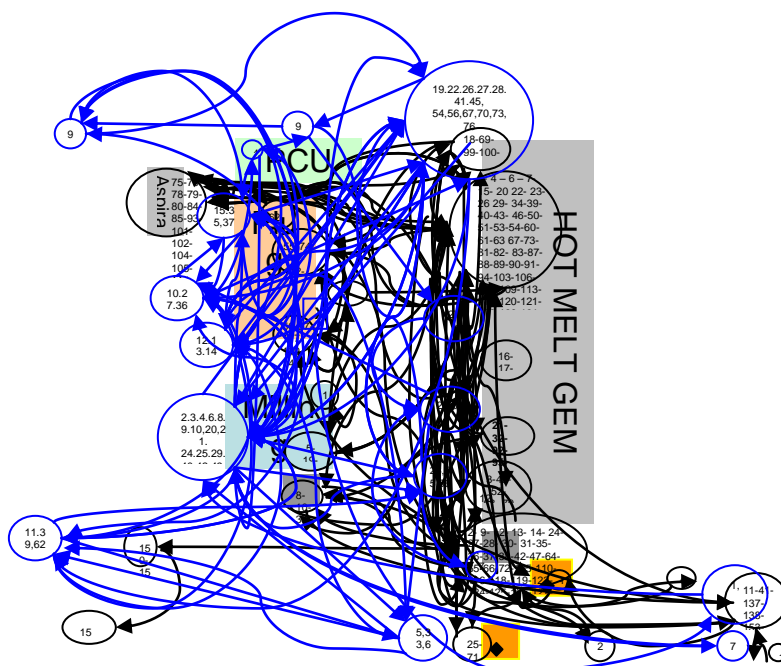


Figura 12 - Diagrama de trabalho padronizado do estado atual em uma célula de produção.

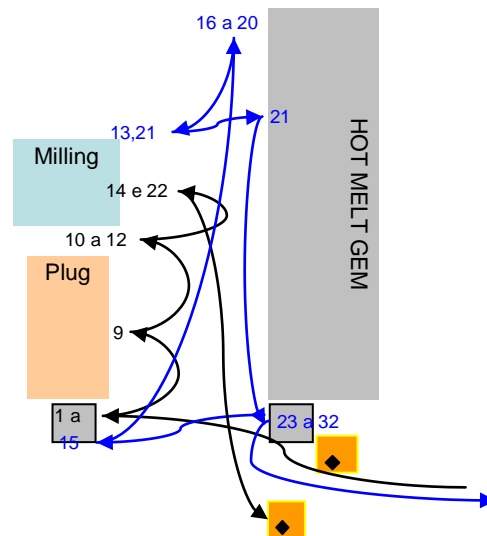


Figura 13 - Diagrama de trabalho padronizado do estado futuro atual em uma célula de produção.

3.3.4 Os Benefícios

- Estabilidade do processo;
- Definição clara do início e o fim de cada etapa;
- Instrumento de aprendizagem;
- Auxilia na auditoria e solução de problemas;
- Envolvimento dos colaboradores no desenvolvimento de poka-yokes;
- Treinamento;

3.3 Heijunka

Heijunka ou nivelamento da produção é um conceito relacionado a programação da produção, e um programa nivelado é obtido pelo sequenciamento dos pedidos. O Heijunka converte a instabilidade da demanda dos clientes em um nivelado e previsível processo de manufatura, e é geralmente usado em combinação com outras técnicas *lean* de produção para estabilizar o fluxo de valor. É o principal conceito que ajuda a trazer estabilidade para o processo de manufatura.

Heijunka é a criação de uma programação nivelada através do seqüenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para corresponder à demanda no longo prazo. Dito de outra maneira, heijunka é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos. A programação da produção através do heijunka permite a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção. O heijunka, da forma como é utilizado na Toyota, permite a produção em pequenos lotes e a minimização dos inventários

Irregularidade geram sobrecarga e desperdício.

3.5 Jidoka

Fornecer às máquinas e aos operadores a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorreu e interromper imediatamente o trabalho. Isso possibilita que as operações construam a qualidade do produto em cada etapa do processo e separa os homens das máquinas para um trabalho mais eficiente. O Jidoka é um dos dois pilares do Sistema de Produção Toyota, junto com o Just-in-Time.

Autonomação, ou Jidoka, pode também ser descrito como "automação inteligente" ou "automação com toque humano". Este tipo de automação implementa algumas funções supervisoras antes das funções de produção. Na Toyota isto geralmente significa que, se uma situação anormal aparecer, a máquina pára e os operários pararão a linha de produção. Autonomação previne produtos defeituosos,

elimina superprodução e foca a atenção na compreensão do problema e assegurar que esse problema não se repita, aumentando a qualidade e garantindo o fluxo.

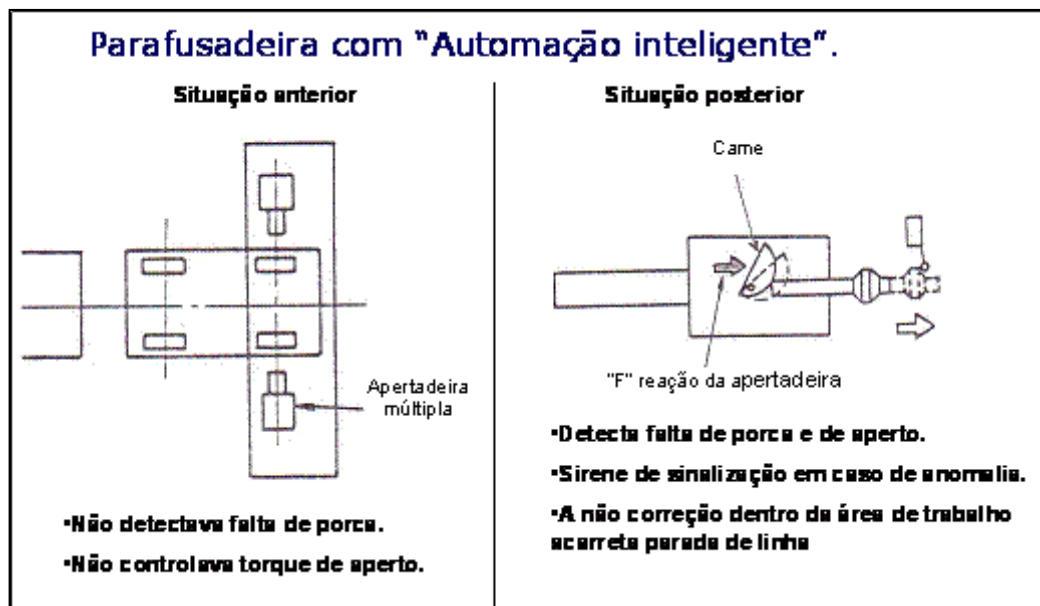


Figura 14 - Exemplo ilustrativo do Jidoka em uma parafusadeira.

3.6 Just in time

É um sistema de Administração da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata. Pode ser aplicado em qualquer organização, para reduzir estoques e os custos decorrentes. A melhor definição é produzir o produto necessário na quantidade necessário no momento necessário.

O Just in time é o principal pilar do Produção enxuta.

Com este sistema, o produto ou matéria prima chega ao local de utilização somente no momento exato em que for necessário. Os produtos somente são fabricados ou entregues a tempo de serem vendidos ou montados.

O conceito de Just in time está relacionado ao de produção por demanda, onde primeiramente vende-se o produto para depois comprar a matéria prima e posteriormente fabricá-lo ou montá-lo.

Nas fábricas onde está implantado o Just-in-time o estoque de matérias primas é mínimo e suficiente para poucas horas de produção. Para que isto seja possível, os fornecedores devem ser treinados, capacitados e conectados para que possam fazer entregas de pequenos lotes na frequência desejada.

4 Ferramentas

4.1 Kanban

O kanban é um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado. O termo significa "sinal" em japonês. Em Administração da produção significa um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção em uma indústria. O cartão pode ser substituído por outro sistema de sinalização, como luzes, caixas vazias e até locais vazios demarcados.

Coloca-se um Kanban em peças ou partes específicas de uma linha de produção, para indicar a entrega de uma determinada quantidade. Quando se esgotarem todas as peças, o mesmo aviso é levado ao seu ponto de partida, onde se converte num novo pedido para mais peças. Quando for recebido o cartão ou quando não há nenhuma peça na caixa ou no local definido, então deve-se movimentar, produzir ou solicitar a produção da peça.

O Kanban permite agilizar a entrega e a produção de peças. Pode ser empregado em indústrias montadoras, desde que o nível de produção não oscile em demasia. Os Kanbans físicos (cartões ou caixas) transitam entre os locais de armazenagem e produção substituindo formulários e outras formas de solicitar peças, permitindo enfim que a produção se realize Just in time. Ele funciona como é uma ordem de produção que circula permanentemente no fluxo, acompanhando o fluxo dos materiais no mesmo sentido da produção até os materiais serem consumidos e no sentido contrário quando eles já foram consumidos.

O Kanban é quem determina o ritmo de produção.

N° da Prateleira de estoque		5E215	Abreviação do item		A2-15
N° do item		35670507			
Nome do item		Pinhão da Direção			
Tipo de carro		SX50BC			
Capacidade da caixa	Tipo de caixa	N.º de emissão			
20	B	4/8			
<div> <div>Processo precedente</div> <div>Forjaria B-2</div> </div>					
<div> <div>Processo Subseqüente</div> <div>Usinagem M-6</div> </div>					

Figura 15- Exemplo ilustrativo de um cartão Kanban.

4.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)

É uma ferramenta que visa eliminar a variabilidade em processo, tem como responsável o setor de manutenção com a intenção de ser feitos apenas reparos simples, e requer envolvimento de todos, planos de manutenção, manutenção entre paradas, etc..

4.3 Redução de tempo de Set up

Set up é o tempo decorrido na troca do processo final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa no próximo lote. Isso envolve muitas ações:

- Tempo de busca de ferramenta;
- Pré-preparação de tarefas;
- Prática de rotinas de set up;
- Auxílios mecânicos simples.

E com a filosofia de pequenos lotes e variados mix esse tempo de set up tem que tentar ser diminuído ao máximo, segue alguma ferramentas para diminuir o tempo:

- Transformar Set up interno em externo:
 - Ferramentas pré-montadas;
 - Montagem de ferramentas ou matrizes em um dispositivo padrão;
 - Dispositivos para carga e descarga de novas ferramentas e matrizes.

4.4 Programa 5s

O programa 5s, também conhecido como House Keeping, Casa limpa pode ser definido como o próprio bom-senso, mas de modo que pode ser ensinado, aperfeiçoado, praticado para o crescimento humano e profissional. É uma metodologia utilizada para melhorar a organização dos ambientes de trabalho, graças à mudança de atitude das pessoas ao seguirem os 5 passos recomendados pelo programa. O 5S torna os processos mais eficientes e melhora o bem estar do trabalhador. Sua principal contribuição é a redução do desperdício de materiais, de tempo e de espaço. Os cinco sentidos são:

1) Seiri – Senso da Utilização:

- Consiste em separar o útil do desnecessário;
- Implica em decretar guerra contra todos os tipos de desperdício;
- Separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário;
- Objetos úteis devem ser separados conforme prioridade de seu uso;
- O que for inútil deve ser eliminado ou reformado.

2) Seiton – Senso da Ordenação

- Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu devido lugar;
- Sinalização acessível a todos que a manipulam;
- Utilizar estoques mais velhos primeiro;
- Itens mais usados devem ser armazenados mais próximo;
- Valorizar atos bons, incentivando e não apenas criticando;
- Identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente.

3) Seisou – Senso de Zelo e Limpeza

- Manter o ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar;
- Não esperar que outro tome a iniciativa;
- Comunicados de fácil acesso e compreensão;
- Respeito mútuo;
- Educação ao se expressar;

4 Seiketsu – Senso de Higiene

- Manter o ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene;
- Condições favoráveis à saúde física e mental;
- Ambientes não agressivos;
- Higiene pessoal;
- Sono repousante, alimentação equilibrada e exercícios físicos;
- Honestidade e transparência, sem segunda intenções com colegas, amigos ou subordinados.

5) Shitsuke – Senso de Autodisciplina

- Fazer dessas atitudes um hábito, transformando o 5s num modo de vida;
- Melhoramento individual e coletivo contínuo;
- Desenvolver autocontrole, ser persistente na busca de seus sonhos, anseios e aspirações, respeitar o espaço e a vontade alheia.



Figura 16- Exemplo ilustrativo de uma cartilha do programa 5s.

4.5 Mapeamento de fluxo de valor

Diagrama simples de todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, necessárias para atender aos clientes, desde o pedido até a entrega.

Deve-se seguir o caminho da fabricação de um produto do início ao fim e desenhe uma representação visual dos fluxos de material e de informação.

4.5.1 Valor

Percepção combinada do cliente, que considera:

- Preço;
- Qualidade;
- Pontualidade;
- Capacidade de responder a mudanças;
- Imagem (a partir do histórico);
- Outros.

São todas as atividades, que criam valor ou não, necessárias para transformar insumos em produtos.

4.5.2 Fluxo Contínuo

- Reduzir o tempo entre uma solicitação e sua entrega (valor para o cliente);
- Através da contínua eliminação das etapas desnecessárias: os desperdícios.
- Alinhe as etapas que realmente criam valor de modo que elas ocorram em uma seqüência rápida;
- Exija que cada etapa do processo seja:
 - Capaz: certa o tempo todo (qualidade);
 - Disponível: sempre pronta para operar (manutenção);
 - Adequada: com capacidade ideal, evitando gargalos e ociosidades (investimentos do tamanho certo).

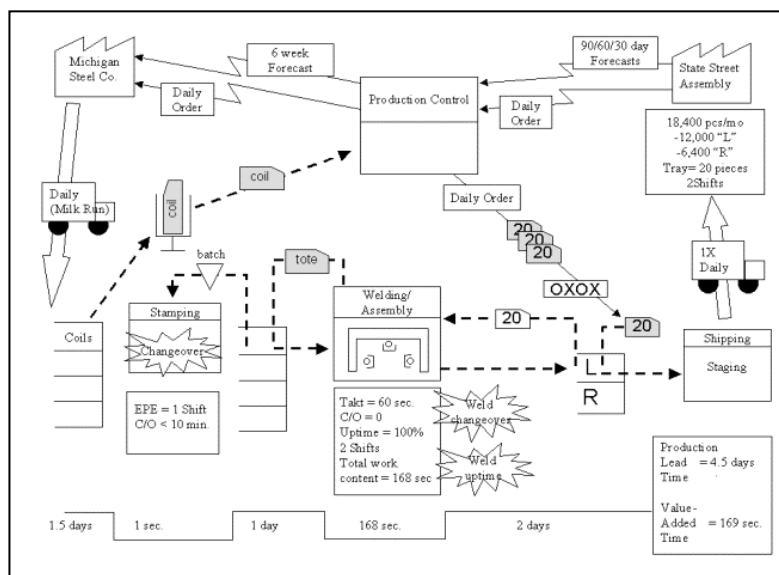
4.5.3 Como fazer fluir?

- Entenda o trabalho em detalhes:
 - Pessoas, máquinas, materiais e métodos.
- Questione cada etapa:
 - Por que é necessário?
 - Como deveria ser feito?
 - Onde deveria ser feito?
 - Quem deveria fazer?
 - Desenvolva a nova maneira:
 - Pessoas, máquinas, materiais e métodos.
- Teste, implemente, verifique e corrija;
- Garanta estabilidade e volte a repetir o ciclo.

4.5.4 Em que ritmo produzir?

Tempo Takt:

- Representa o ritmo de consumo do cliente;



- Referência que nos serve para determinar o ritmo de produção.

Figura 17- Exemplo ilustrativo de um Mapeamento de Fluxo.

4.6 Gerenciamento Áudio visual

A finalidade do gerenciamento visual é transmitir informações rápidas, simples e claras, através de quadro de indicadores, específicos de cada grupo, quadros com instruções, identificação de materiais, no sentido de auxiliar os processos de gerenciamento, trazendo para todos, dentro da equipe, uma facilidade na identificação dos desvios, promovendo o senso de responsabilidade e criando um ambiente agradável na área de trabalho.



Figura 18- Exemplo ilustrativo de um quadro de gerenciamento Áudio Visual.

4.7 Trabalho em equipe e Motivação

4.7.1 Trabalho em Equipe

Nada mais é do que quando um grupo de pessoas resolve criar um esforço coletivo para resolver um problema ou cumprir metas. Mas é diferente de um trabalho em grupo:

Grupo é um conjunto de pessoas com objetivos comuns, em geral se reúnem por afinidades. O respeito e os benefícios psicológicos que os membros encontram, em geral, produzem resultados de aceitáveis a bons. No entanto este grupo não é uma EQUIPE.

Equipe é um conjunto de pessoas com objetivos comuns atuando no cumprimento de metas. A formação da equipe deve considerar as competências individuais necessárias para o desenvolvimento das atividades e atendimento das metas.

Algumas ótimas dicas para o trabalho em equipe:

- Seja paciente;
- Aceite as idéias dos outros;
- Não critique os colegas;
- Saiba dividir;
- Trabalhe;
- Seja participativo e solidário;
- Dialogue;
- Planeje;
- Evite cair no "pensamento de grupo";
- Aproveite o trabalho em equipe.

4.7.2 Motivação

É a melhor fonte potencial de maior produtividade. A capacidade dos colaboradores é usada com mais eficácia, o que leva a uma melhor satisfação no trabalho, assim como a maior produtividade. É importante observar e reconhecer o que está sendo feito certo e bem feito, pois isto motiva os colaboradores a continuar por este caminho. Algumas dicas para motivar a equipe:

- Conheça realmente os integrantes da equipe;
- Comunicação é fundamental;
- Todos precisam de reconhecimento;
- Conversando a gente se entende;
- Use a palavra mágica - Obrigado - em todas as ocasiões;

- Celebre as pequenas e grandes vitórias da empresa.

4.7.3 Prática de equipes vencedoras

Quando um cliente chega a uma empresa (ou área), a diferença proporcionada pela atuação em equipe é sentida já no próprio ambiente, caracterizado por profissionais entusiasmados, otimistas e dinâmicos e reflete-se em todos os processos. Algumas práticas podem ser inspiradoras para o desenvolvimento de equipes vencedoras:

1- Definição de metas: saber aonde se quer chegar.

Esse é um fator relevante em qualquer organização. As metas são importantes porque definem para a equipe o que se espera dela. Geralmente não são muitas e podemos citar como exemplo: O Farol da área.

2- Praticar constantemente o "feedback".

Uma palavra colocada de forma correta faz toda a diferença. "Feedback", palavra que quer dizer "retorno", o importante é comunicar, de uma forma transparente e honesta, visando melhorias dos processos e das pessoas.

3- Reconhecimento: satisfação pessoal e profissional.

Reconhecer, premiar e investir nos profissionais da empresa é também muito importante. O reconhecimento tem um forte significado para o colaborador, pois dá sentido de utilidade e valorização, aumenta a auto-estima e também cria energias para que ele vença os próximos desafios.

4- Liberdade para pedir ajuda: a importância da confiança.

Uma equipe plena consegue desenvolver um ambiente de confiança, no qual o resultado do conjunto de profissionais é maior do que a soma individual. Pedir ajuda significa a intenção de não errar, e a atenção dispensada por quem pode ajudar significa ensinamento e apoio. Esse efeito se multiplica e reflete-se em processos eficazes e clientes satisfeitos.

5- Delegar responsabilidades e apoiar realizações: autonomia e tomada de decisão.

Em uma equipe vencedora, as funções são distribuídas entre seus integrantes, que assumem a responsabilidade de executá-las.

4.8 Poka Yoke

É um dispositivo a prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e(ou) na utilização de produtos.

É um método que ajuda os operadores a evitar erros em seu trabalho, tais como escolha de peça errada, montagem incorreta de uma peça, esquecimento de um componente etc. Também conhecido como poka-yoke (à prova de defeitos) ou baka-yoke (à prova de bobeira). *“Inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção da fonte podem ser todas alcançadas através do uso de métodos Poka-yoke.” SHINGO.*



Figura 18- Exemplo ilustrativo de um Poka Yoke.

4.9 Andon

É uma ferramenta para indicar a parada da linha de produção. Fica instalado na parte superior das máquinas, em um lugar alto e visível. Os indicadores do painel são acionados por cordões ou botões. Acende-se a luz amarela ou vermelha. Luz amarela significa que a linha pode parar caso não se resolva o problema ou anomalia, enquanto a luz vermelha é acionada quando tal problema ou anomalia não foi solucionado

O Andon é uma eficiente ferramenta e permite que o operador possa parar a linha ao encontrar uma anomalia e buscar ajuda, quando necessário, para solucioná-la.



Figura 19- Exemplo ilustrativo de Andon.

5. Comprometimento e conscientização

Todos na empresa que está implantando o sistema de produção enxuta têm que ter em mente:

- Sempre têm que tentar otimizar as operações eliminando os desperdícios.
- Que de forma direta e indireta tem que colaborar e contribuir na implementação do projeto, da nova mentalidade, e sempre colaborar o máximo para

6. Estudo de caso

6.1 Proposta do estudo

Este estudo de caso é referente a um novo projeto. Projeto de implantação de uma linha inteira de fabricação e montagem de quatro produtos que compõe um sistema de arrefecimento e climatização dos automóveis.

Esses produtos são trocadores de calor: o heater core, evaporador, condensador e radiador. O processo de fabricação desses quatro produtos em essência são conhecidos pelos setores de projeto, engenharia e produção da empresa por serem produtos similares aos produtos já fabricados, porém esses novos produtos, que chamaremos de produtos CHE, têm tantas particularidades em relação às linhas de fabricação já existentes, diferenças essas desde a matéria-prima até critério de aceitação final pelo cliente que o processo de fabricação deixa de ser similar e passa a ser análogo as linha já em operação..

A empresa tem origem japonesa e têm em suas raízes a cultura da produção enxuta, o sistema Toyota de produção. Respeitando a política da empresa não será divulgado o nome, nem endereço e todos os resultados serão apresentados com um fator de multiplicação para análise apenas dos ganhos obtidos.

Em função de tantas diferenças na fabricação e montagem dos produtos CHE em relação as linhas existentes, praticamente todas as etapa do processo tem uma particularidade no processo ou no componente de montagem, o que faz com que toda a implementação da linha e integração com outras linhas já existente seja analisada cuidadosamente do patamar inicial de desenvolvimento do processo, como se todos os controles de processo não fossem conhecido, isso porque a possibilidade de surgir variáveis no processo é muito alta. Para a instalação dessa linha além da preocupação com a qualidade, a atenção foi dividida com monitorado do tempo de implementação, instalação, start up de cada etapa do processo, tempo de ciclo das operações, diminuição e contenção dos índices de refugo e retrabalho, treinamento e desenvolvimento dos recursos humanos, parametrização do processo entre outras atividades necessárias para atender requisitos normativos e requisitos do cliente.

O foco principal do estudo é mais precisamente a redução dos índices de falha linha de manufatura do radiador e condensador CHE.

6.2 Apresentação do produto

6.2.1 Sistema de Arrefecimento

O sistema de arrefecimento é o sistema que controla a temperatura do motor a combustão interna de automóvel. Nos automóveis mais antigos existia somente a preocupação de se dissipar o calor gerado pelo motor, com o tempo os automóveis passaram a aproveitar a energia calorífica gerada pela combustão para seu desempenho e durabilidade, passando a dotar de um controle mais estável e preciso da temperatura sob variadas condições de uso, como temperatura ambiente atmosférica e carga do veículo. Nos automóveis sobretudo nos modernos dotados de gerenciamento eletrônico do motor qualquer mudança na sua temperatura é alterado a quantidade de combustível injetado e o ponto de ignição. Portanto quando o sistema de arrefecimento trabalha na temperatura ideal o motor terá maior durabilidade, menor desgaste e atrito, maior economia de combustível, menos manutenção, emitirá menos poluentes e aumentará seu desempenho.

6.2.1.1 Radiador/módulo de arrefecimento do motor

Quando a temperatura da parede do cilindro do motor excede certo valor enquanto o veículo está em movimento, a eficiência térmica e o rendimento do motor caem. Se a temperatura continuar a subir, o líquido de arrefecimento do motor ferverá, fazendo com que o valor saia do tanque reservatório através da tampa do radiador, resultando no superaquecimento do motor. Por isso, o sistema de arrefecimento do motor (radiador, etc.) é provido para manter a temperatura externa dos cilindros a certo nível.

O radiador é o principal componente do sistema de arrefecimento do motor, e tem um papel importante na dissipação do calor coletado de várias seções do mesmo para a atmosfera utilizando um líquido de arrefecimento. Então, sua função é

a refrigeração do motor, evitar a dilatação térmica excessiva dos componentes do mesmo e evitar a decomposição do óleo lubrificante.

Normalmente, o radiador é localizado na parte frontal dos veículos, de forma que o vento possa ser usado efetivamente. Atualmente o radiador mais utilizado é o de aleta corrugada. Este tipo tem tubos e aletas dispostos em camadas para formar uma colméia (core) que tem um papel crucial na troca de calor. A colméia tem tanques de ambos os lados.



Figura 20 – (a) Radiador CHE. (b) Radiador CHE e seus componentes.

6.2.2 Sistema de Ar Condicionado Automotivo

A história dos sistemas de ar condicionado automotivo iniciou-se com a utilização do aquecedor, sendo que os primeiros tipos consistiam no duto de escapamento passando pelo compartimento de passageiros.

O método de obtenção de ar quente fazendo-se o líquido de arrefecimento do motor passar através de um trocador de calor entrou em uso em meados da década de 50 nos Estados Unidos e depois se espalhou para os outros países. Nessa época até final da década de 60 eram unidades de resfriamento e aquecimento instaladas individualmente nos veículos. Início da década de 70 o sistema de ar condicionado evoluiu muito e até hoje produzimos o sistema com o conceito daquela época.

O papel do A/C automotivo é contribuir para segurança do motorista e dos passageiros, aliviando-os em relação ao calor e ao frio e criando um ambiente agradável para dirigir.

Para atingir seus propósitos, o sistema de ar condicionado automotivo consiste principalmente dos seguintes componentes: Radiador de aquecimento (mais conhecido como Heater Core), sistema de ventilação (ventilador e dutos), evaporador (cooler), compressor, condensador, filtro secador, válvula de expansão, tubos e mangueiras. Para funcionamento o sistema necessita de um fluido refrigerante, que é uma substância que serve como fluido que circula através dos componentes funcionais do sistema de A/C para produzir o efeito de resfriamento pela absorção de calor. Atualmente é utilizado o HFC134a (conhecido como novo gás) no lugar do CFC12 (chamado de “Velho Gás”), este último foi substituído pois destrói a camada de ozônio, a qual funciona como uma proteção da Terra contra os raios ultra violetas. O HF134a tem características e propriedades muito boas para usar em sistemas de ar condicionado automotivo, ele não é inflamável, não é explosivo, não é venenoso, não é corrosivo, não tem odor e não prejudica roupa e alimentos.

6.2.2.1 Ciclo de Refrigeração do Sistema de Ar Condicionado Automotivo

- 1) O compressor descarrega o fluido refrigerante no estado gasoso em alta temperatura e alta pressão. Este fluido contém o calor absorvido do evaporador e o calor gerado no curso da compressão.
- 2) O fluido refrigerante no estado gasoso flui para o condensador. Aí ele é o condensado para o estado líquido, isto é, perde o calor para o meio exterior através do condensador (reação exotérmica).
- 3) O refrigerante líquido flui para o interior do filtro secador onde é filtrado e parcialmente estocado;
- 4) Fluido refrigerante no estado líquido flui para a válvula de expansão, onde ele é colocado na condição de baixa pressão e baixa temperatura.
- 5) O refrigerante flui para o evaporador onde se inicia a sua vaporização (reação endotérmica).
- 6) No interior do evaporador o fluido refrigerante está ainda no processo de vaporização. Durante este processo o evaporador torna-se um corpo frio que retira calor do ar que passa através das aletas do mesmo, tornando-se ar gelado.
- 7) Todo o processo em seguida se repete.

6.2.2.1 Principais Componentes do Sistema de Ar Condicionado Automotivo

1) Heater Core (Radiador de Aquecimento):

É o trocador de calor que possibilita o aquecimento do ar ventilado para o interior do veículo, através da passagem de água aquecida no seu interior (água proveniente do motor do veículo).



Figura 21 – (a) Heater Core CHE.

2) Evaporador (Cooler):

A evaporação do fluido refrigerante ocorre no evaporador, possibilitando o resfriamento do ar que é ventilado para o interior do veículo.

O evaporador é montado dentro da unidade de climatização ou de ar condicionado.



Figura 22 – (a) Evaporador CHE.

3) Compressor:

O compressor aumenta a pressão e a temperatura do gás refrigerante reduzindo o volume da câmara de compressão. Normalmente, ele é fixado no motor do veículo através de suporte fundido. Podendo em alguns casos ser fixado diretamente no bloco do motor, isto é, sem suporte.

4) Tubos e Mangueiras:

Os tubos e mangueiras armazenam e conduzem o fluido refrigerante através dos componentes do A/C.

Podemos ter três tipos de tubos e mangueiras:

Mangueira de descarga: conduz gás refrigerante a alta temperatura e alta pressão do compressor ao condensador.

Tubo líquido / Mangueira líquida: conduz líquido refrigerante a alta temperatura e alta pressão do filtro secador à válvula de expansão;

Tubo de sucção / Mangueira de sucção: conduz gás refrigerante a baixa temperatura e baixa pressão do evaporador ao compressor.



Figura 23 – Tubos e mangueiras do sistema de ar condicionado automotivo.

5) Condensador:

A condensação do fluido refrigerante ocorre no condensador, isto é, o fluido refrigerante torna-se líquido.

O condensador refrigera e liquefaz o fluido refrigerante a alta temperatura e alta pressão enviado pelo compressor.

Posicionado na parte frontal do veículo, em frente do radiador. Em alguns casos o condensador pode possuir eletro ventilador incorporado.



Figura 24 – (a) Condensador CHE. (b) Condensador CHE e seus componentes.

6) Filtro secador:

As principais funções do filtro secador são:

- Separar gás e líquido no líquido refrigerante proveniente do condensador (que inclui ainda algum gás refrigerante) e enviar somente líquido puro à válvula de expansão.
- Remover toda umidade com o agente secador, e portanto proteger os componentes funcionais da corrosão.
- Remover pó de desgaste do compressor, pó de usinagem remanescente em cada peça, etc., com o filtro para proteger as peças funcionais do ciclo.

Normalmente o filtro secador é fixado através de suporte na carroceria do veículo.

7) Válvula de expansão:

A válvula de expansão é o componente que permite ao fluido refrigerante passar de uma região de alta pressão para uma região de baixa pressão, assim como regular o fluxo do mesmo.

6.3 Manufatura do Radiador e Condensador CHE

6.3.1 Processo de Fabricação Radiador e Condensador

As etapas do processo de fabricação do Radiador e Condensador CHE são preparação dos componentes, montagem Inicial, brasagem e montagem Final.

Sendo que a montagem inicial consiste em conformar aletas, montar o core e aramar-lo. O condensador tem mais algumas etapas de fabricação na montagem inicial em relação a fabricação do radiado, como a solda dos conectores nos tanques, a solda do modulador nos tanques, a montagem dos tanques no core com grampos para posicionar para a correta brasagem e o recalque dos caps na colméia.

Abaixo uma tabela com todas as etapas de fabricação do condensador e radiador com as etapas do processo, operações de fabricação e montagem e componentes utilizados na fabricação.

CONDENSADOR CHE

Produto	Etapa do Processo	Operações	Componente
Condensador	Preparação de Componentes	Prensa	Tank
		Estufa desengraxe	Plate Header Tank Tubo Separador Cap
		Fluxagem Binder	Plate Header
		Fluxagem Inner Fin	Tubo
		Estufa de Secagem	Tubo
	Montagem Inicial	Conformação e Paletização de Aletas	Aletas
			Pallet
		Montagem da Colméia	Tubo
			Side Plate
			Plate Header
			JIG
		Aramagem da Colméia	Arame
			Perfis
		Fluxagem Manual	Colméia
		Montagem tank header	Solda Modulador
			Recalque dos Separadores
			Inserção do cap no modulador
		Solda Conectores	Recalque dos Separadores
		Recalque Cap Tank	Componentes
	Brasagem	Fluxagem a Pó	
		Brasagem	
		Corte do Arame e Retirada dos grampos	
	Montagem Final	Teste de Entupimento e Teste de Vazamento	
		Solda Conectores	Montagem do Filtro
			comp.
		Teste de vazamento (He)	
		Montagem Final	
		Conjunto Condensador	

Figura 25 – Tabela com etapas de fabricação do condensador CHE

RADIADOR CHE

Produto	Etapas do Processo	Operações	Componente
Radiador	Preparação de Componentes	Estufa desengraxe	Tubo Core Plate
		Fluxagem Binder	Core Plate
		Estufa de Secagem	Core Plate
	Montagem Inicial	Conformação e Paletização de Aletas	Aletas
			Pallet
		Montagem da Colméia	Insert
			Tubo
			Core Plate (UPR/LWR)
			JIG
		Aramagem da Colméia	Arame
	Brasagem	Fluxagem (Pó)	Colméia (sem ptank)
		Brasagem	
		Corte do Arame	
	Montagem Final	Recalque Progressivo (linha 2)	Pré-recalque 1 (linha2)
		Recalque Progressivo (linha 2)	Pré-recalque 2 (linha2)
		Teste de Vácuo	
		Teste de Vazamento	
		Conjunto Radiador (com ptank/sem tampa)	
		Montagem Final	
		Tampografia	
		Teste de Vazamento	
		Conjunto Radiador	

Figura 26 – Tabela com etapas de fabricação do radiador CHE

6.3.1.1 Preparação dos componentes

A etapa do processo chamada de preparação de componentes nada mais é que uma etapa que recebe os componentes da maneira os fornecedores disponibilizam e ali são beneficiado para abastecer a linha de produção de maneira adequada ao processo e visando aumentar a produtividade da montagem inicial. Na etapa de preparação têm-se duas prensas, uma para cada rasgo do tank, uma estufa de desengraxe que têm a função de diminuir a quantidade de óleo do processo anterior ou até eliminá-lo. Na sequência temos a operação de fluxagem binder e fluxagem inner fin, que é a adição de fluxo nos componentes para propiciar a brasagem dos componentes em uma etapa subsequente. Para os tubos fluxados na fluxagem inner fin tem que se passar por um estufa de secagem antes de seguir em frente na linha de produção.

6.3.1.1.1 Estampagem do tank do condensador

Nos condensadores são utilizados dois tanks, abaixo segue uma sequência esquemática de figuras referentes a etapa de manufatura dos tanks.

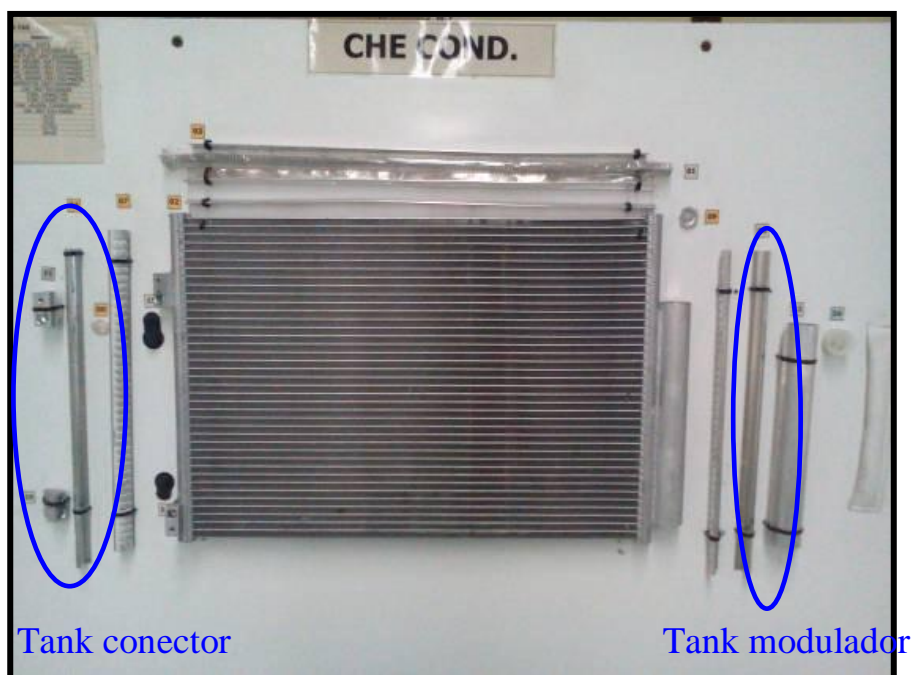


Figura 27 – Em destaque na figura explodida do condensador CHE os tanks



Figura 28 – Tank do condensador sem os rasgos para os separadores, posição dos rasgos em destaque na figura.

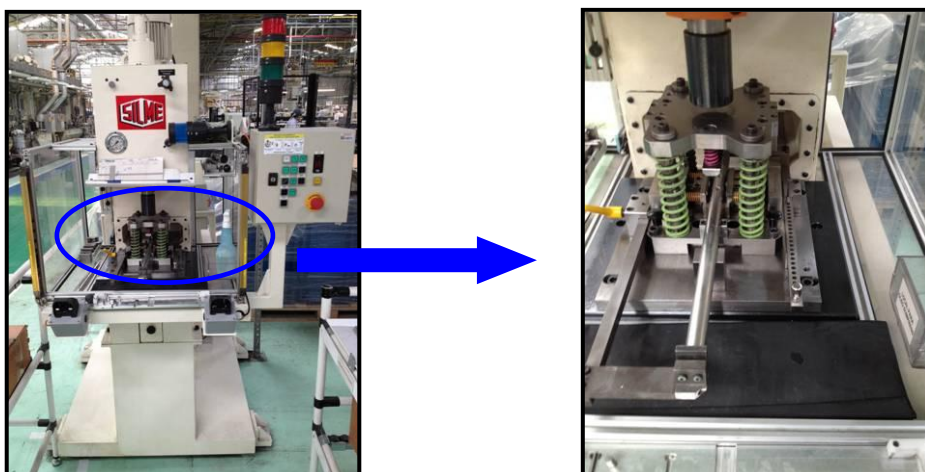


Figura 29 – Prensa de Silme (5T). (A) Foto panorâmica da primeira prensa da etapa de preparação. (B) Tank do condensador posicionado para operação de estampagem de primeiro rasgo.

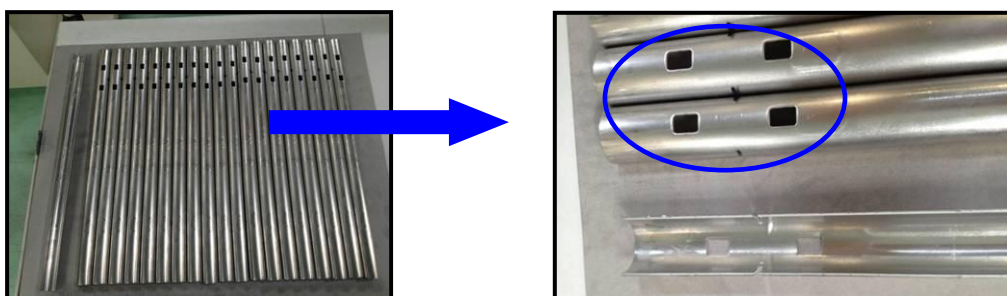


Figura 30 – Tank do condensador após a operação estampagem do primeiro rasgo.

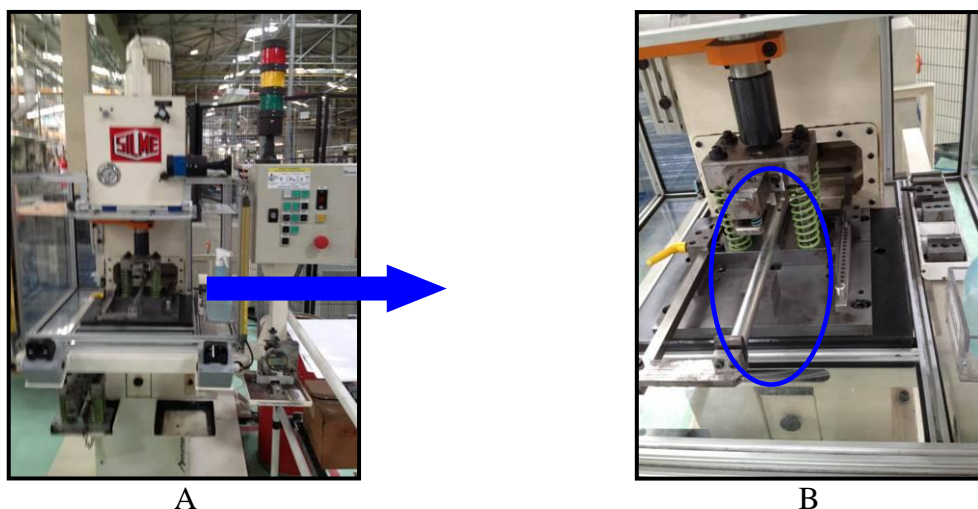


Figura 31 – Prensa de Silme (5T). (A) Foto panorâmica da primeira prensa da etapa de preparação. (B) Tank do condensador posicionado para operação de estampagem do segundo rasgo.



Figura 32 – Relógio comparador para inspeção das operações de estampagem executados pelas prensas.



Figura 33 – Tank inspecionado e liberado para a etapa da montagem inicial da colmeia.

6.3.1.1.2 Desengraxe

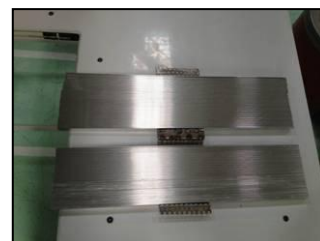
Nos condensadores alguns componentes como o plate header, tubo, cap, separador e tanks podem estar com resíduo de óleo, o que pode prejudicar etapas posteriores de fabricação.



A



B



C

Figura 34 – Tubos do condensador CHE, preparado para operação de desengraxe. (A) Tubos nas caixas, (B) Comprimento, altura e perfil do tubo, (C) Fardo preparado para entrar na estufa desengraxe.



A



B

Figura 35 – (A) Entrada da estufa de desengraxe, (B) saída da estufa desengraxe.

6.3.1.1.3 Fluxagem Binder

A fluxagem binder é uma operação que é efetuada para tanto para o Condensador CHE quanto para o Radiador CHE. Para o condensador o componente é o plate header e para o radiador é o core plate. A operação de fluxagem binder consiste em aplicar fluxo nos componentes para viabilizar a união dos componentes na brasagem.

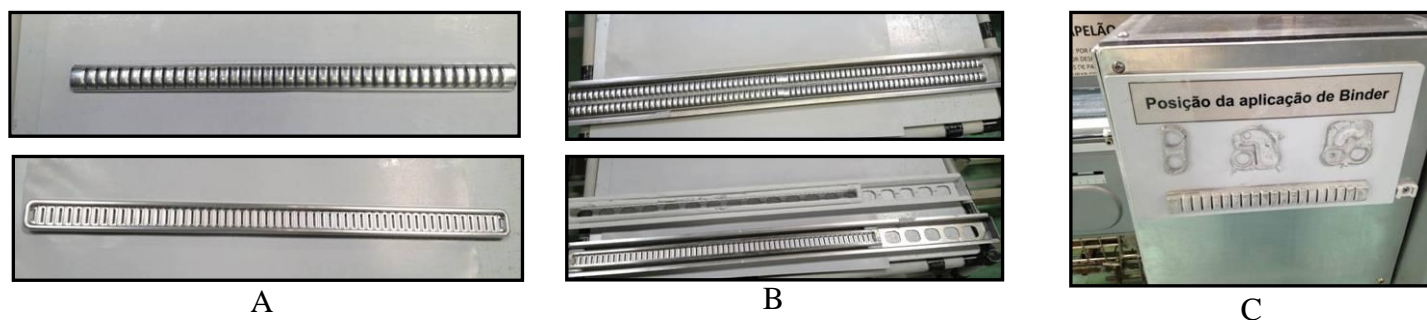


Figura 36 – (A) Plate header do condensador e core plate do radiador, (B) Plate header e core plate acomodados no berço para entrar na máquina e (C) Instrução visual para orientação dos operadores.



Figura 37 – Entrada do berço na máquina fluxadora binder.



Figura 38 – Saída do berço na máquina fluxadora binder.



Figura 39 – A esquerda figura os quatro plate header do condensador ainda no berço a pó aplicação da fluxagem binder e a direita o core plate do radiador já fora do berço e após aplicação da fluxagem binder.

6.3.1.1.4 Fluxagem Inner fin

Para o condensador o tubo é perfilado, e a parte interna do tubo tem aletas que no processo seguinte serão unidas por brasagem.

A fluxagem do inner fin é operação que é efetuada para os tubos do Condensador CHE. Os tubos do Radiador CHE não tem essa característica.



Figura 40 – Fluxadora inner fin, e destacado acima a forma que os fardos são carregados na máquina.

6.3.1.1.5 Estufa de secagem

Esta etapa do processo é utilizada somente para secagem dos fluxos aplicado nas operações anteriores .

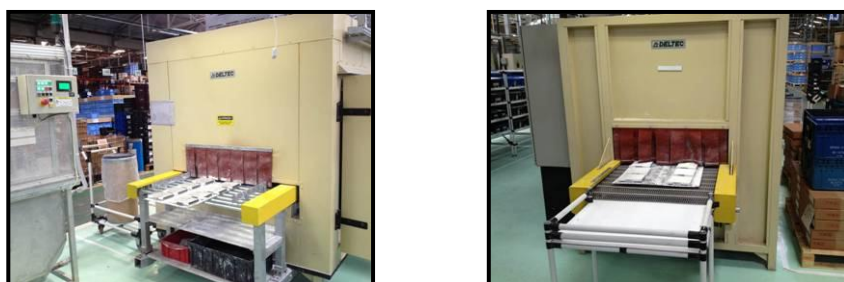


Figura 41 – Estufa de secagem dos componentes fluxados.

Após a estufa de secagem os componentes são armazenados em kanbans para ser requisitados pela montagem inicial.



Figura 42 – Kanban de componentes.

6.3.1.2 Montagem Inicial

A Montagem Inicial consiste em basicamente quatro operações: Conformação de aletas com a máquina denominada Aletadora, Distribuição de tubos, Montagem da Colméia Inserção e Expansão (no caso do Radiador) com o equipamento chamado de mesa de montagem e aramagem feito com a Aramadora. No caso do condensador temos mais algumas operações periféricas, mas para efeito de estudo de caso desconsideraremos essas etapas por hora.



Figura 43 – Mesa de montagem do core do radiador e condensador CHE.

6.3.1.2.1 Conformação de aletas

A aletadora é uma das máquinas com o conceito mais antigo da montagem inicial, é um processo utilizado tanto no condensador como radiador. As aletas influenciam diretamente na performance do produto final, é com o somatório das alturas das aletas que se têm a altura do core, também é um parâmetro que influencia diretamente em falhas na montagem inicial. Na aletadora têm ferramentas que são fabricadas na somente na matriz da empresa, ferramentas importadas do Japão, e ali ficam parte dos segredos dos produtos.



Figura 44 – Aletadora radiador e condensador CHE.

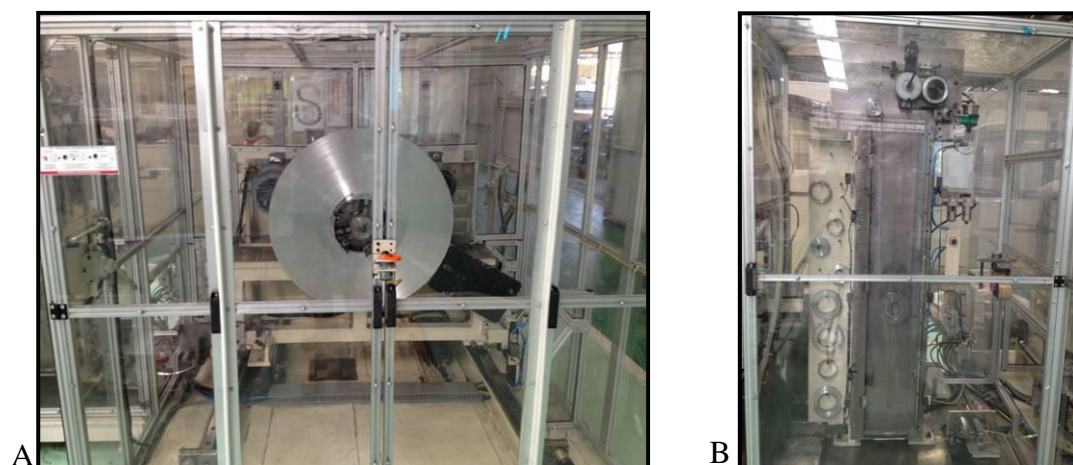


Figura 45 – (A) Desbobinador da aletadora. (B) Contra-peso regulador de altura.

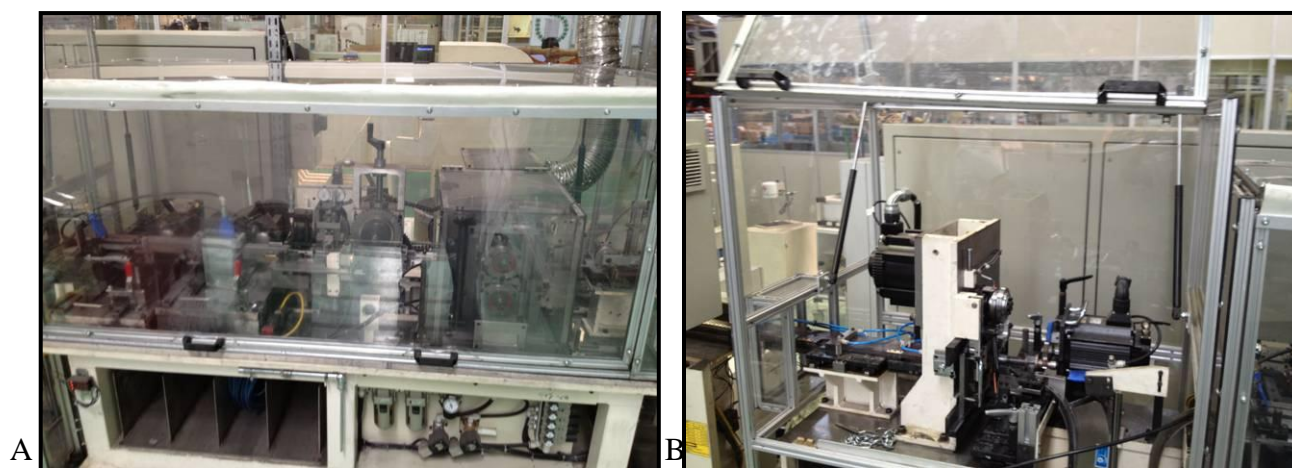


Figura 46 – (A) Estação de corte da aleta. (B) Roller conformador.

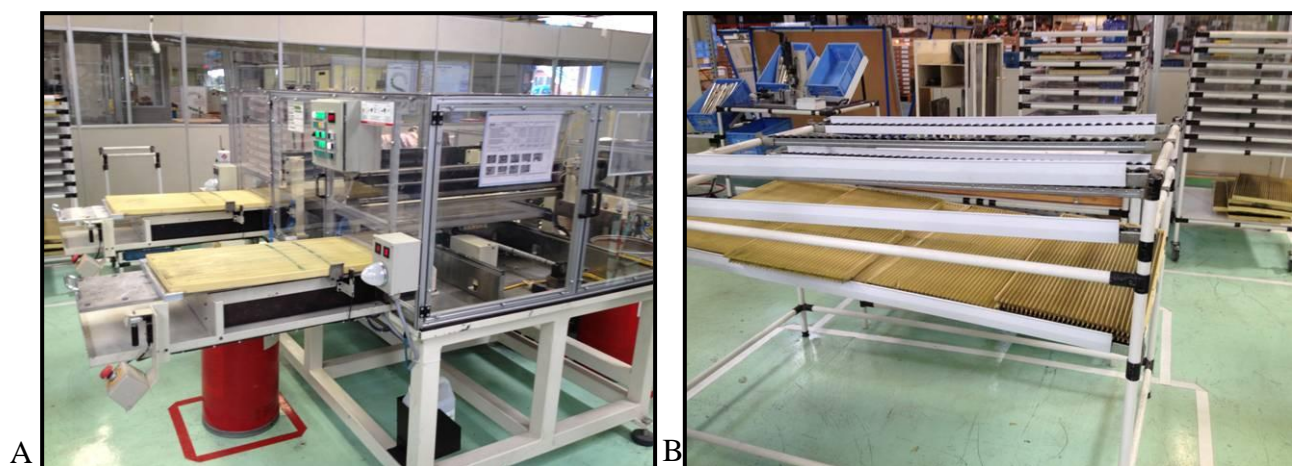


Figura 47 – (A) Estação de paletização. (B) Buffer de paletes de aletas.

6.3.1.2.2 Mesa de montagem (Montagem do core)

A mesa de montagem pode ser considerada a máquina mais importante da montagem inicial, é um processo utilizado tanto no condensador como radiador. É uma operação considerada crítica por ser uma máquina que efetua a montagem de vários componentes, sendo assim é uma máquina que demanda uma quantidade grande de ajustes finos, é uma máquina especial muito complexa.



Figura 48 – Mesa de montagem do core do radiador e condensador CHE.



Figura 49 – Mesa de montagem do core do radiador e condensador CHE, em operação.

6.3.1.2.3 Aramagem

A aramadora, é uma máquina bem mais simples, menos crítica, mas não deixa de ser importante no processo. É um processo utilizado tanto no condensador como radiador. Ela prende o core, não deixando as aletas e tubos caírem, Também pode influenciar na altura do core pós brasado.



Figura 50 – (A) Aramadora do radiador e condensador CHE, com um condensador sendo posicionado com o jig de transferência da mesa de montagem para aramadora. (B) O core do condensador com os dois primeiros arames. (C) core do condensador com os quatro arames e com a operação finalizada.

6.3.1.2.4 Montagem da colméia

Para o radiador CHE as operações na montagem inicial são a de conformação de aletas, montagem do core e aramagem, conforme mostrado anteriormente, já para o condensador, tem mais algumas operações que são: inserção do cap no modulador, inserção dos separadores nos tanks, solda do modulador no tank, solda dos conectores nos tanks, fluxagem manual, montagem da colméia, recalque do cap, colocação dos grampos e inspeção da colméia.

6.3.1.2.4.1 Inserção do cap no modulador:

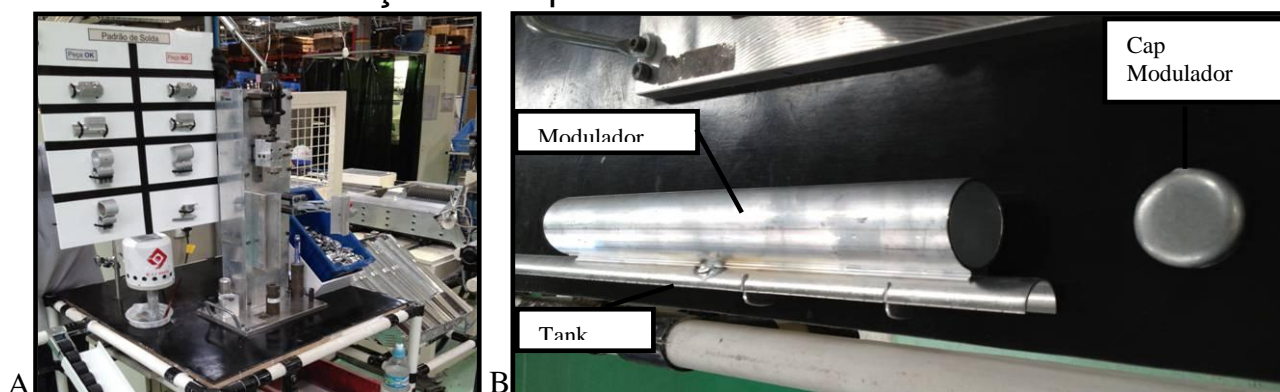


Figura 51 – (A) Dispositivo de inserção do cap modulador. (B) Figura com o cap modulador e modulador antes da operação de inserção.

6.3.1.2.4.2 Inserção dos separadores no tank:

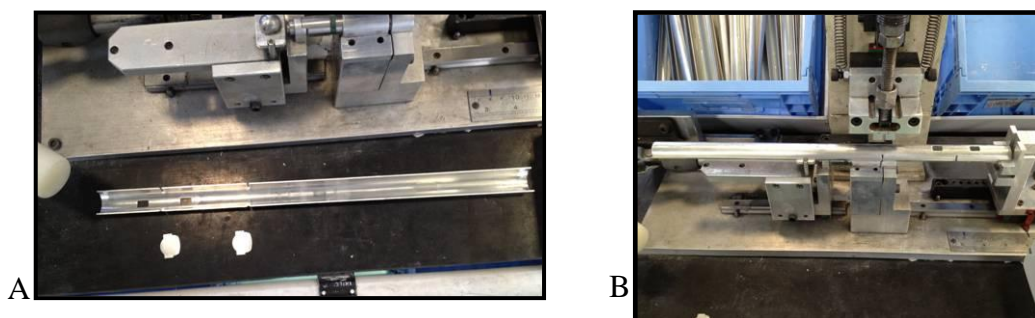


Figura 52 – (A) Tank para inserção dos separadores. (B) Dispositivo de inserção dos separadores.

6.3.1.2.4.3 Solda dos conectores e modulador no tank:



Figura 53 – (A) Cabine de solda

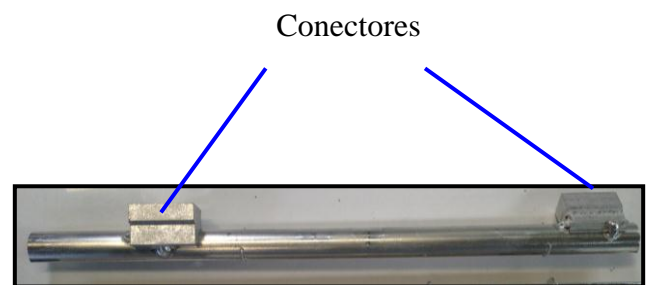


Figura 54 – Tank lado conector soldado

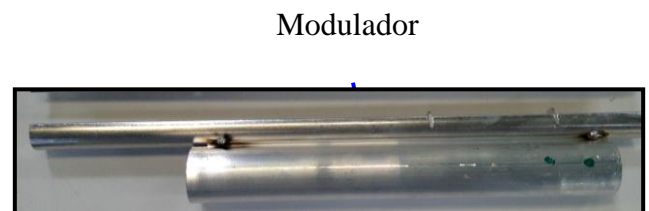


Figura 55 – Tank lado modulador soldado

6.3.1.2.4.4 Fluxagem manual e montagem da colméia:



Figura 56 – Posto de fluxagem manual, montagem da colméia e recalque do cap.

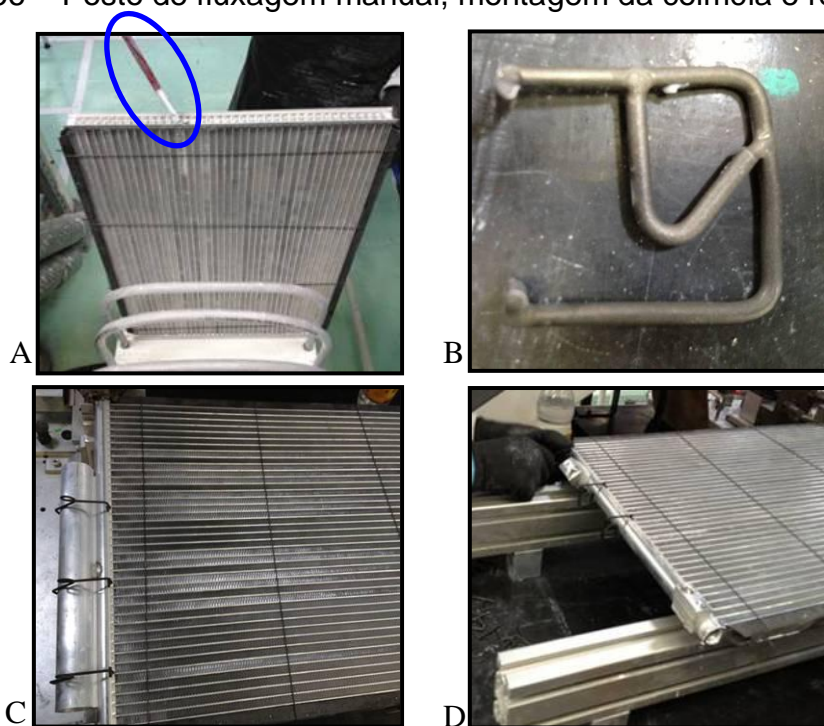


Figura 57 – (A) Aplicação de fluxo com o pincel (Fluxagem manual). (B) Grampo (elemento de extrema importância na montagem da colméia, é ele quem garante as folgas adequadas durante a brasagem). (C) Montagem da colméia com os grampos lado modulador. (D) Montagem da colméia com os grampos lado conector.

6.3.1.2.4.5 Recalque do cap e inspeção da colméia:

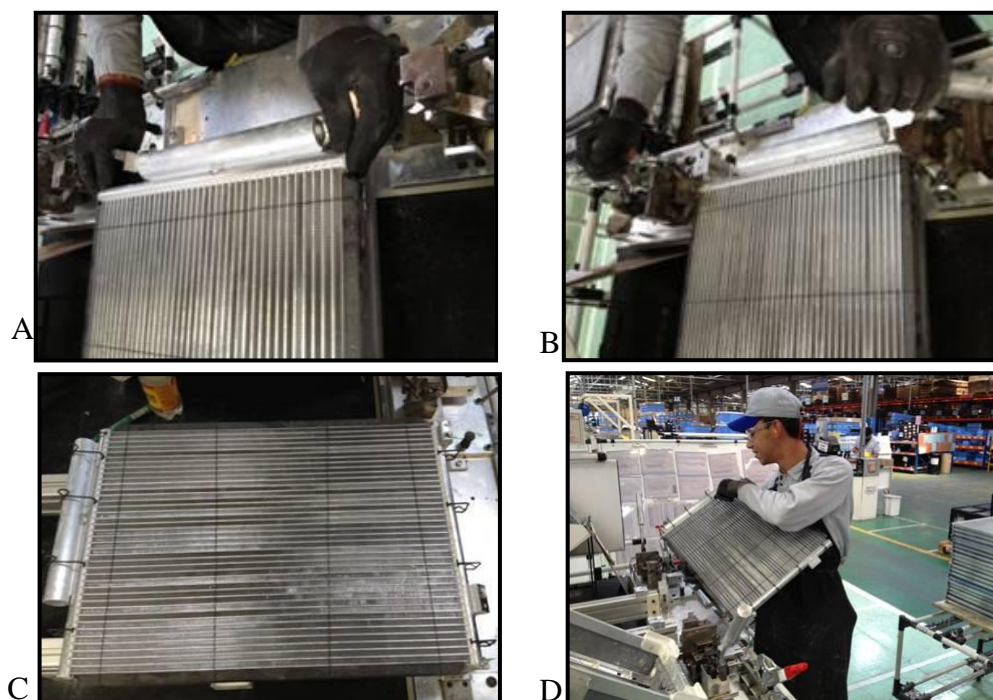


Figura 58 – (A) Operador posicionando os caps na colméia (Recalque do cap). (B) Dispositivo de recalque dos caps. (C) Colméia montada. (D) Inspeção da colméia.

6.3.2 Falhas do Radiador e Condensador CHE

A família de produtos CHE é fabricado em outra planta da empresa, na Índia, por esse motivo alguns modos de falhas eram conhecidos antes até de se rodarem algumas peças de protótipo, porém em função de serem outras condições de fabricação, diferentes parâmetros, maquinários novos, mão de obra ainda sem treinamento era esperado que surgissem outros modos de falhas. Abaixo os principais modos de falha do condensador e radiador CHE.

6.3.2.1 Modos de falha do condensador CHE

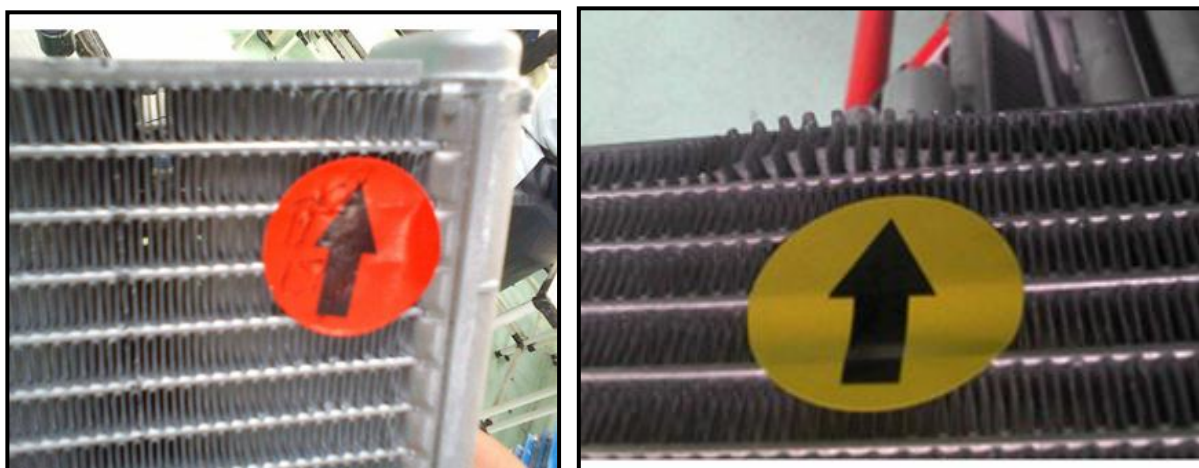


Figura 59 – Aleta ressaltada.



Figura 60 – Aleta fora de passo.

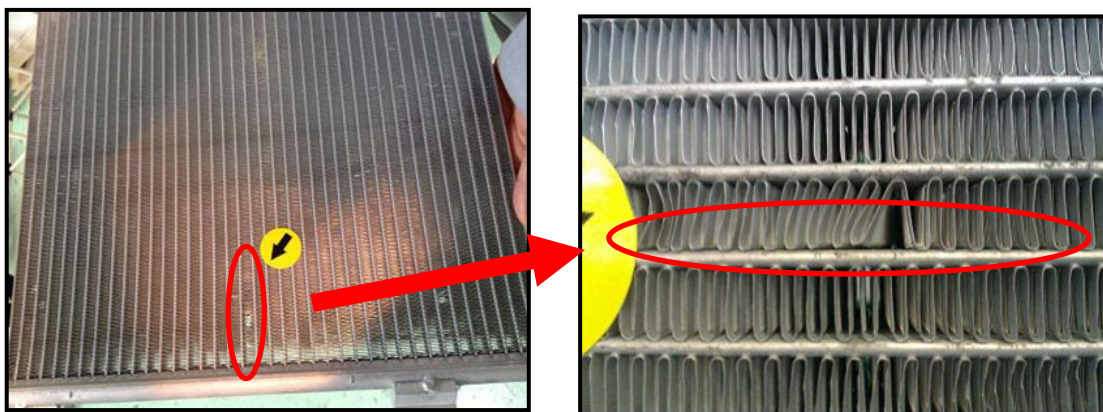


Figura 61 – Falha de brasagem aleta x tubo.

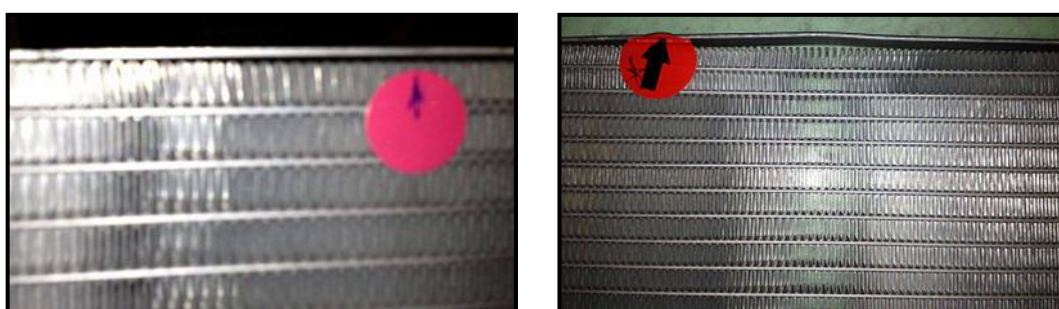


Figura 62 – Falha de brasagem aleta x side plate.

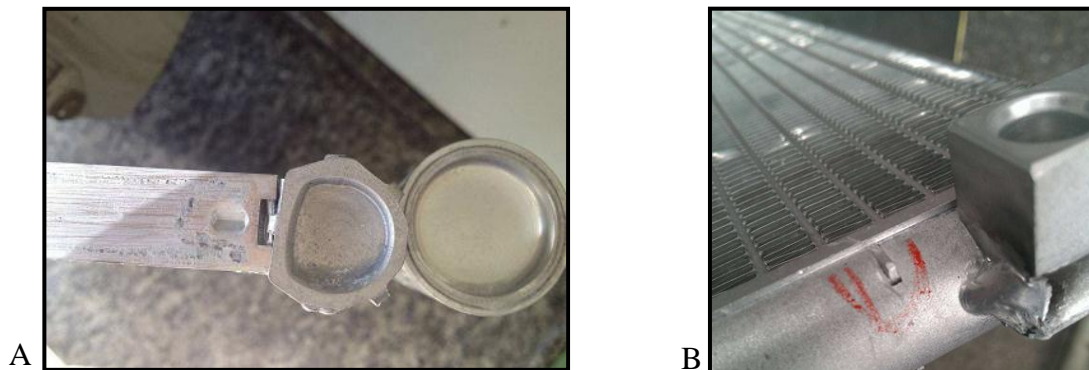


Figura 63 – (A) Modulador deslocado. (B) Vazamento no separador.

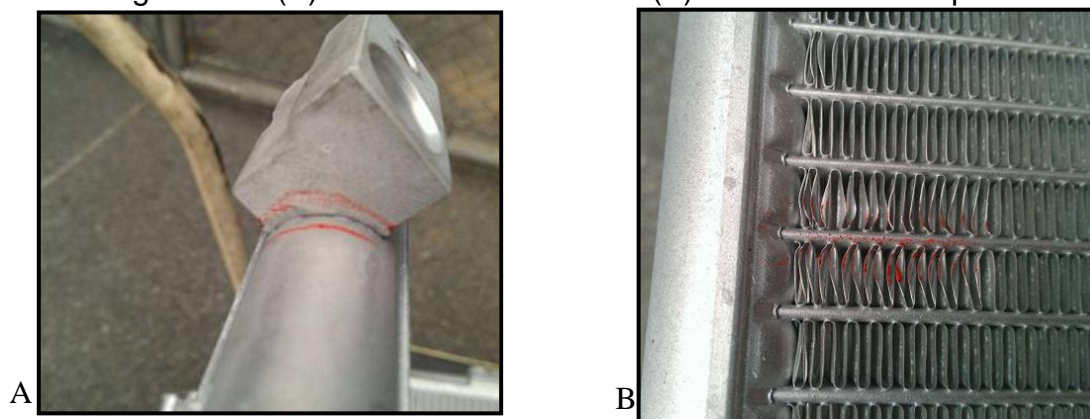


Figura 64 – (A) Falha de brasagem conector. (B) Vazamento tubo x tank.

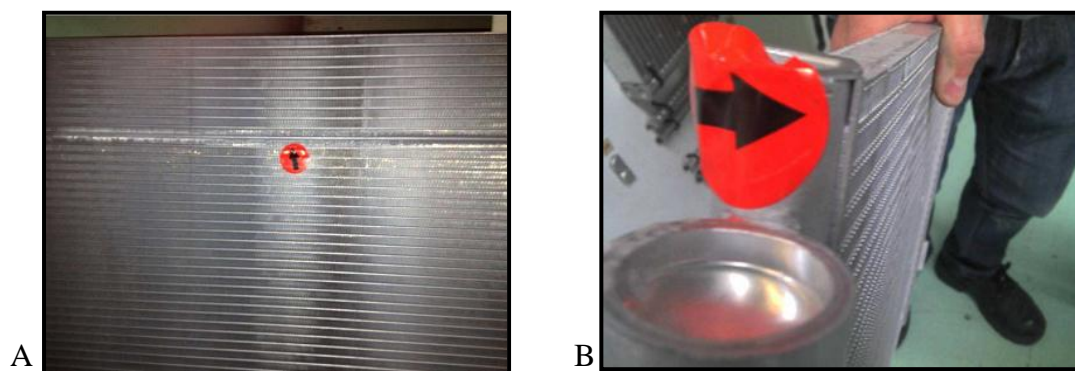


Figura 65 – (A) Falha de brasagem inner fin. (B) Falha de brasagem plate x tank.

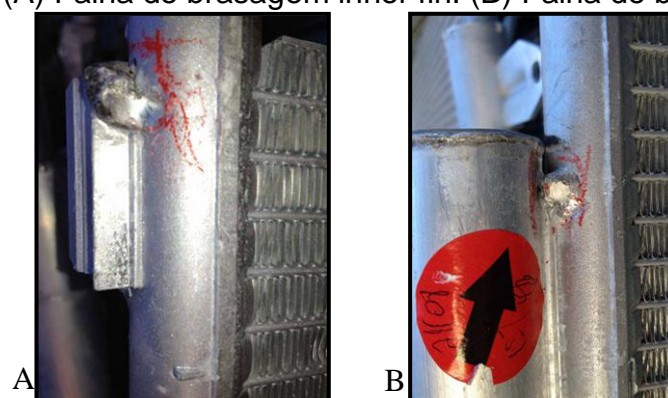


Figura 66 – (A) Falha solda temporária conector x tank. (B) Falha solda temporária modulador x tank.

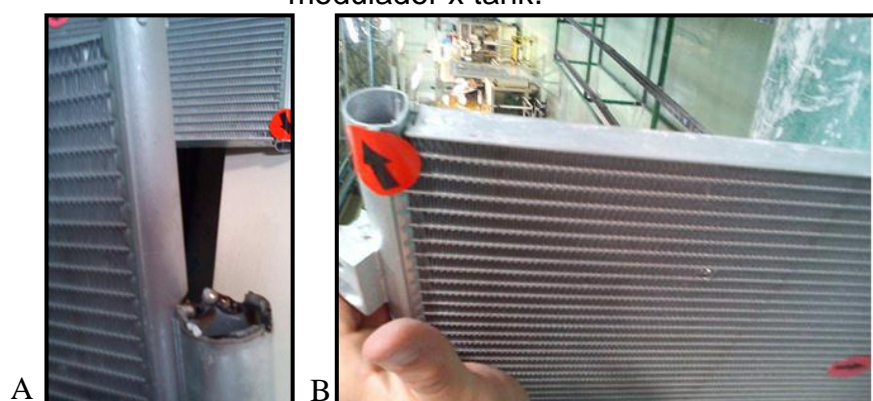


Figura 67 – (A) Falha solda cap x modulador. (B) Falha de brasagem cap x tank.



Figura 68 – Tubo furado.

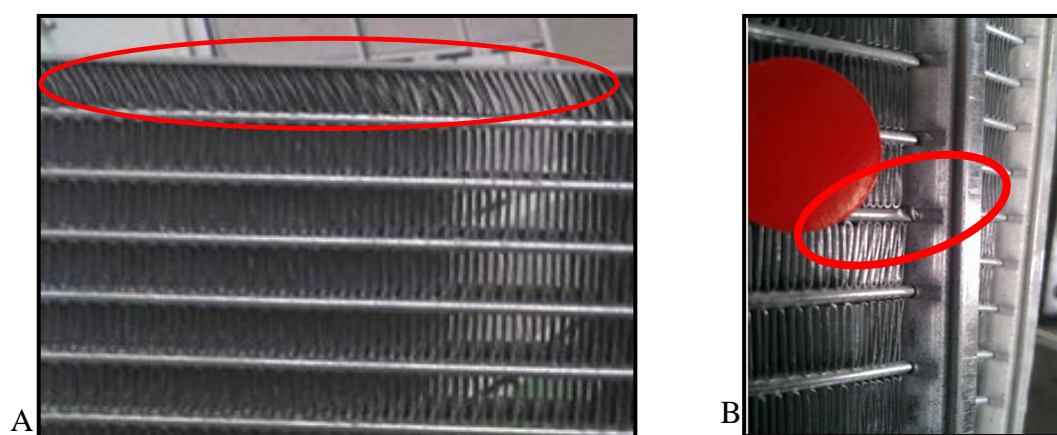


Figura 69 – (A) Aleta inclinada. (B) Inserção irregular do tubo. Essas duas falhas são ocasionadas na montagem inicial. Essas falhas podem ser retrabalhadas.

6.3.2.2 Modos de falha do radiador CHE

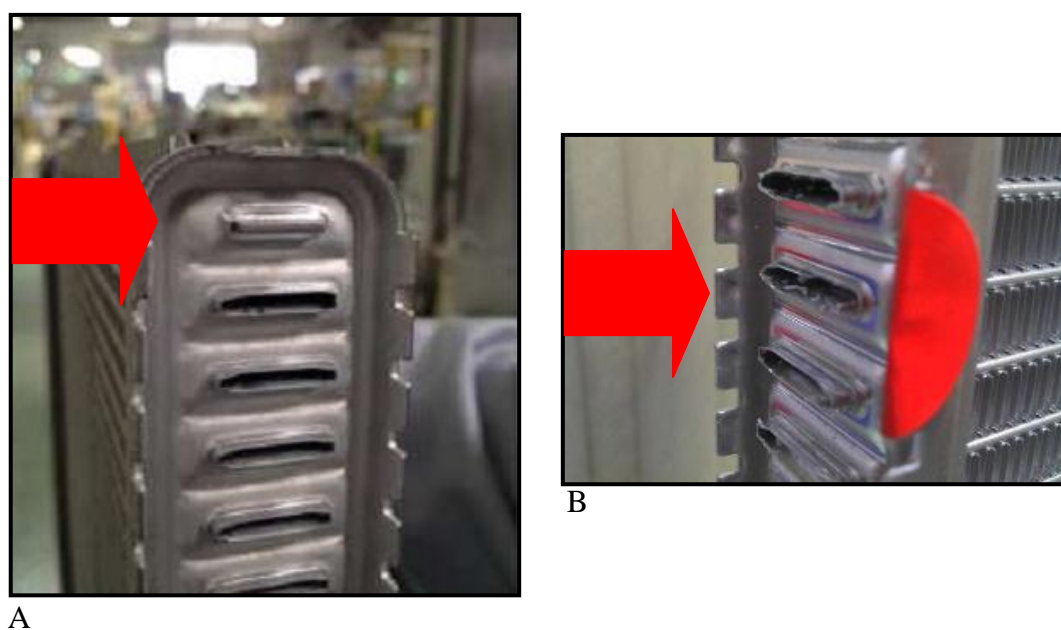


Figura 70 – (A) Inserção irregular do insert. (B) Inserção irregular do tubo.

6.3.3 Índice de refugo da linha do condensador e radiador CHE

Na implantação da linha de condensador e radiador CHE varios indicadores eram monitorados, entre eles o índice de refugos e retrabalho da linha, que tem impacto financeiro direto no sucesso do projeto.

Para esse monitoramento de refugo foi definido que semanalmente haveria uma reunião de acompanhamento os gerentes e diretores e uma reunião mensal para apresentar os resultados para o presidente da planta, nessa apresentação é necessário que fosse apresentado o índice de falhas da linha, os modos de falha com maior impacto no índice, as ações para conter as falhas citadas, as ações para atacar a causa da falha, os custos envolvidos nos planos de ações, o resultado das ações tomada. Para a equipe de engenharia, e supervisão, existia uma reunião com os mesmos assuntos abordados porém com frequencia diária. Abaixo alguns exemplos de índices de refugo, investigação da causa, ações tomadas e resultados obtidos.

6.3.3.1 Índice de refugo do condensador CHE:

Índice mensal de refugo do condensador CHE:

Abaixo o índice mensal de refugo gerado pela linha do condensador CHE, esses gráficos que servem de base para a apresentação para o presidente.

A figura abaixo contém todos os modos de falha possível e mais abaixo um outro gráfico extratificado todos os tipos de vazamento.

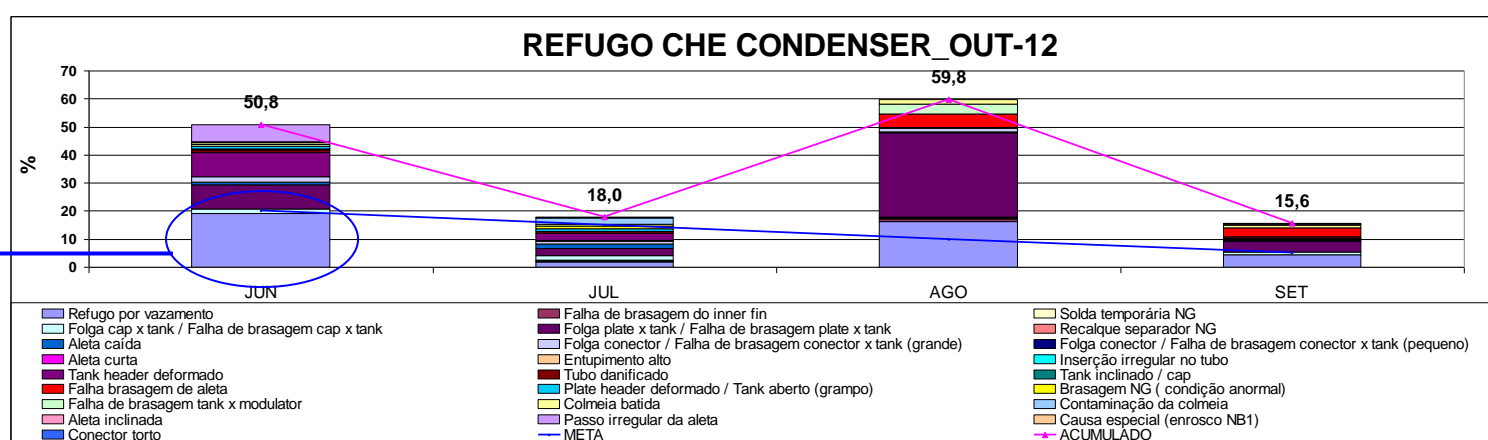


Figura 71 – Índice mensal de acompanhamento de refugo do condensador CHE, referente ao período de junho a setembro.

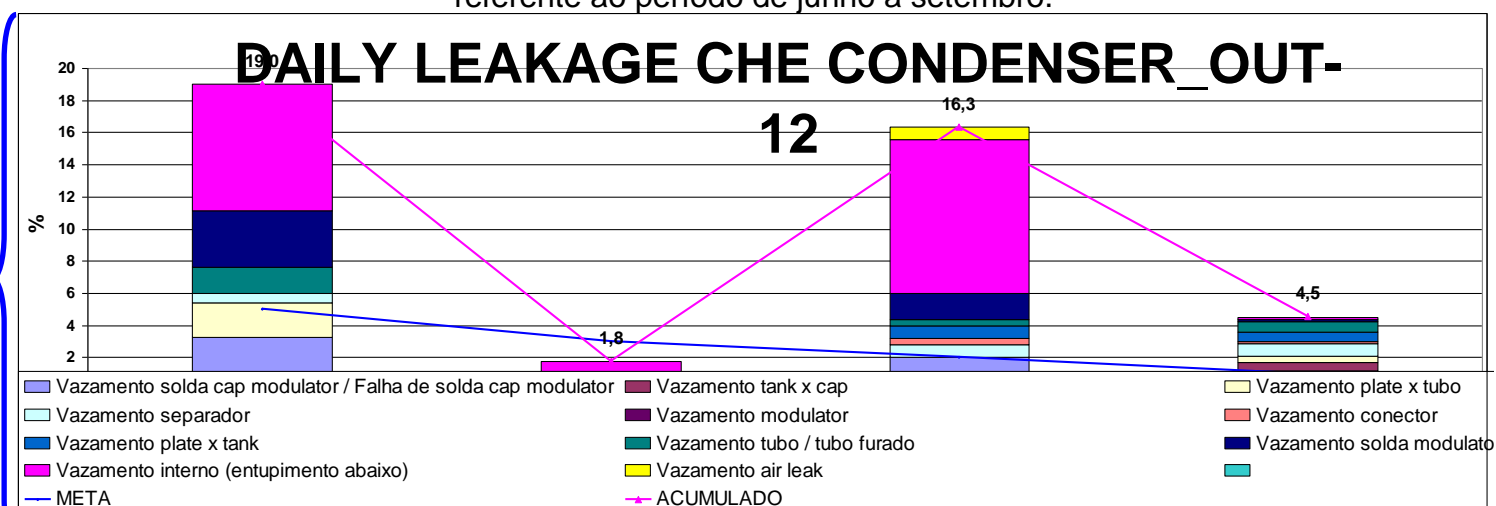


Figura 72 – Índice mensal de acompanhamento de refugo por vazamento do condensador CHE, referente ao período de junho a setembro.

Índice diário de refugo do condensador CHE:

Abaixo o índice diário de refugo gerado pela linha do condensador CHE, esses gráficos que servem de base para a reunião diária da engenharia e supervisores e também para a apresentação semanal para os gerentes.

A figura abaixo contém todos os modos de falha possível e mais abaixo um outro gráfico extratificado todos os tipos de vazamento.

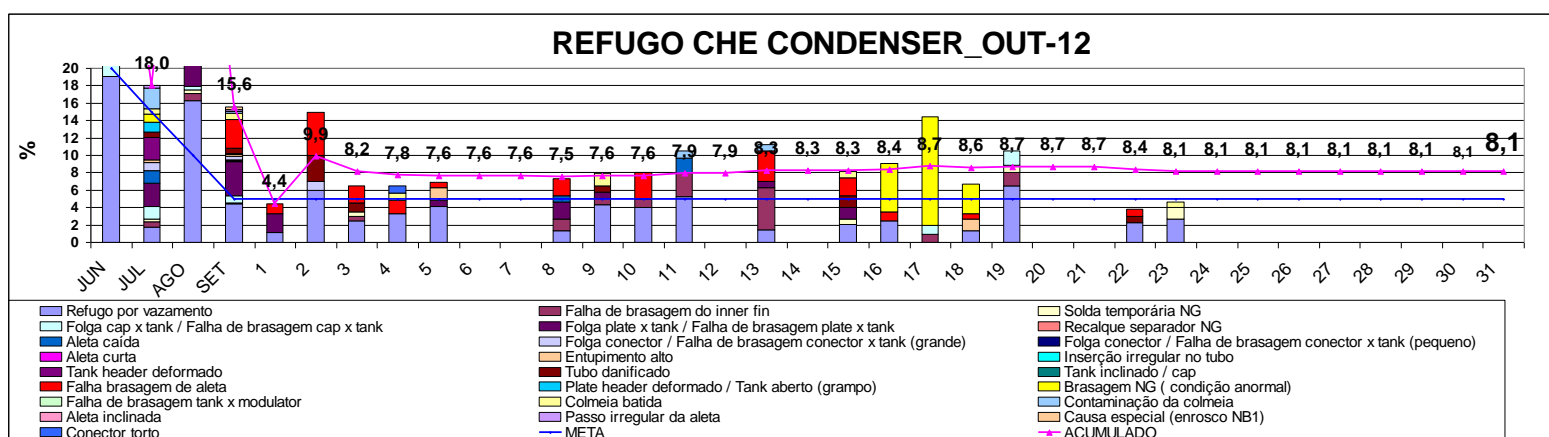


Figura 73 – Índice de acompanhamento diário do refugo do condensador CHE., referente ao mês de outubro.

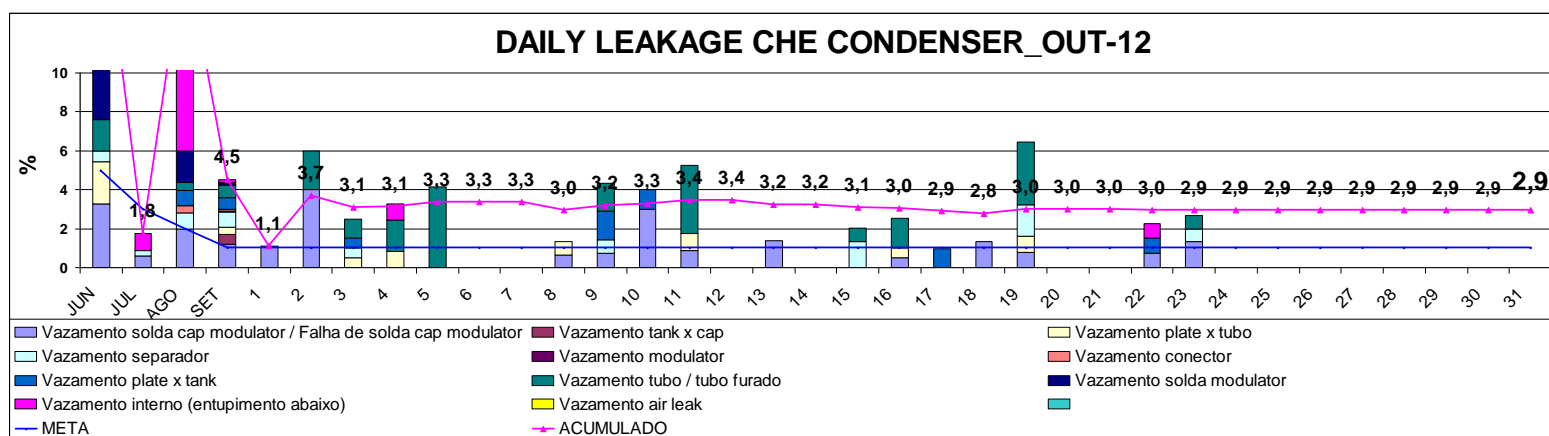
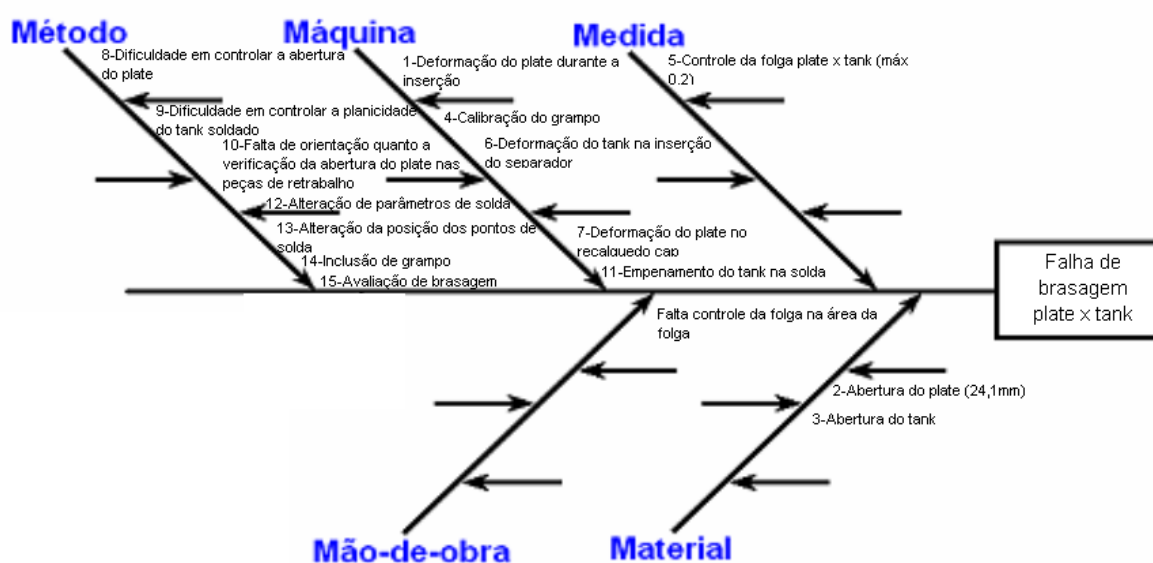


Figura 74 – Índice de acompanhamento diário do refugo do condensador CHE., referente ao mês de outubro.



PLANO DE AÇÃO :

ITEM	CAUSA CONSIDERADA	POR QUE FOI CONSIDERADA	O QUE SERÁ FEITO	QUEM FARÁ	QUANDO		STATUS
					Início	Termínio	
1	Plate head e / ou tank head e deformada (componente NG)	Devida a folga entre plate e tank maior que 0,45mm	Manter o momento das componentes: abertura da plate, cota de 21,6mm +/- 0,1 OK; abertura do tank, cota de 21,4mm +/- 0,35/-0,15 OK	Guilherme Barba	21/ago	21/ago	●
2	Deformação da abertura da plate durante a inserção	A referência da plate na hora de montagem é interna (diferente das outras peças de montagem de condensador)	Manter o momento da abertura da plate após a inserção, cota de 21,6mm +/- 0,1 OK	Guilherme Barba	21/ago	21/ago	●
3	Deformação da abertura do tank durante a inserção do separador	Devida a folga entre plate e tank maior que 0,45mm	Manter o momento da abertura do tank após a inserção do separador, cota de 21,4mm +/- 0,35/-0,05 OK	Guilherme Barba	21/ago	21/ago	●
4	Falta de calibração do grampo	Folga plate x tank maior que 0,02mm	- Um lote inteiro de grampas calibradas pela líder da linha	Anderson	22/ago	22/ago	●
5	Controle da folga plate x tank	Falha de brasagem e repetição no mesmo ponto	- Treinar operador e reforçar o controle da folga na região da falha	Anderson	22/ago	22/ago	●
6	Plate aberta	Deformação da plate no recalque do cap	- Sistema de fixação para eliminar folga na dirpavitiva	Guilherme Barba	29/ago	06/set	●
7		Dificuldade em controlar a abertura da plate	- Fabricação de um jig para facilitar o controle da cota de abertura da plate	Roberto		06/set	●
8	Empenamento do tank	Dificuldade em controlar a planicidade do tank soldado	- Fabricação de um jig para facilitar o controle da planicidade	Guilherme Barba	14/set	21/set	⊕
9	Plate aberta	Falta de orientação quanto a verificação da abertura da plate nas peças de retrabalho	- Incluir na PC a verificação da cota da plate após o retrabalho da cara	Guilherme Barba	13/set	19/set	⊕
10	Corrente de solda alta	Empenamento tank	- Treinar com diferentes parâmetros de soldagem	Guilherme Barba e Anderson	03/set	05/set	●
11	F.B plate x tank na extremidade	Tank empenada	- Alteração na posição da ponta de solda	Guilherme Barba e Anderson	03/set	05/set	●
12			- Atualização PC / FIT com alteração da posição da ponta de solda	Guilherme Barba e Anderson	05/set	19/set	⊕

Figura 75 – Formulário de plano de ação da falha do condensador (formulário de plano de ações com o diagrama ishikawa para investigação da causa raiz).

6.3.3.2 Índice de refugo do radiador CHE:

Índice mensal de refugo do radiador CHE:

Abaixo o índice mensal de refugo gerado pela linha do radiador CHE, esses gráficos que servem de base para a apresentação para o presidente.

A figura abaixo contém todos os modos de falha possíveis e mais abaixo um outro gráfico extratificado todos os tipos de vazamento.

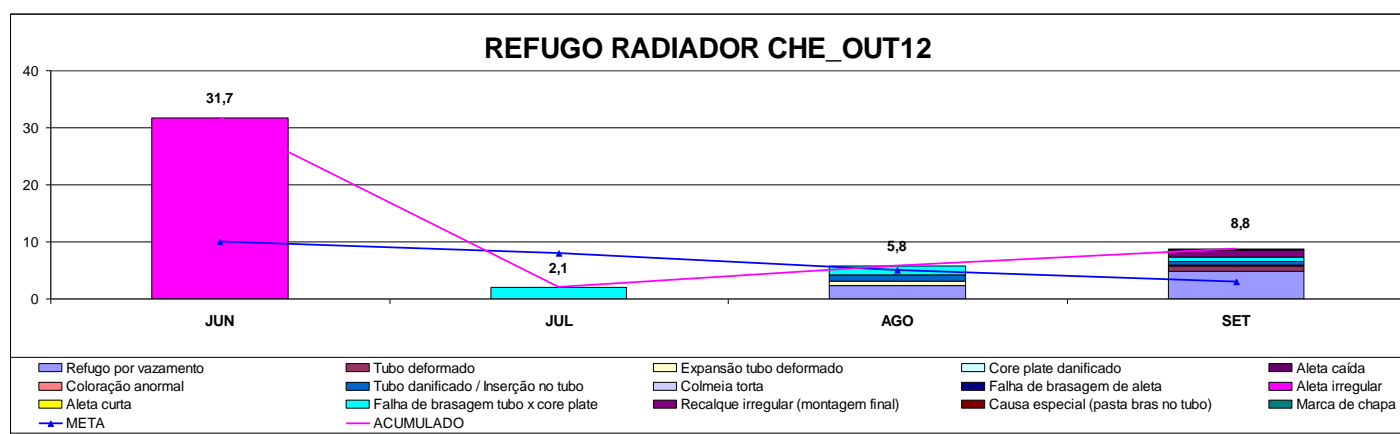


Figura 76 – Índice mensal de acompanhamento de refugo do radiador CHE, referente ao período de junho a setembro.

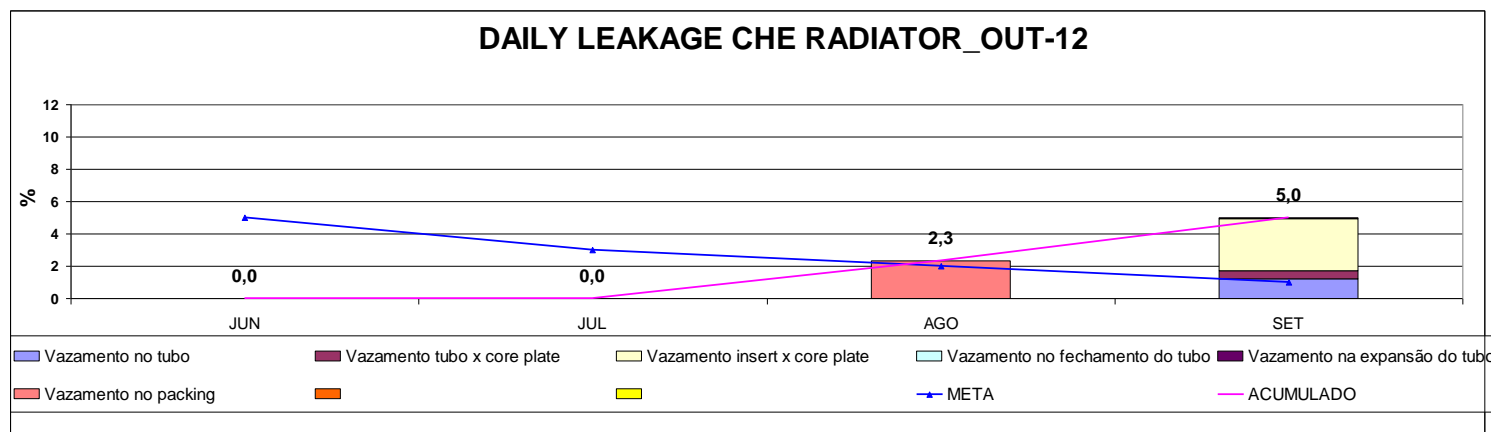


Figura 77 – Índice mensal de acompanhamento de refugo por vazamento do radiador CHE, referente ao período de junho a setembro.

Índice diário de refugo do radiador CHE:

Abaixo o índice diário de refugo gerado pela linha do radiador CHE, esses gráficos que servem de base para a reunião diária da engenharia e supervisores e também para a apresentação semanal para os gerentes.

A figura abaixo contém todos os modos de falha possível e mais abaixo um outro gráfico extratificado todos os tipos de vazamento.

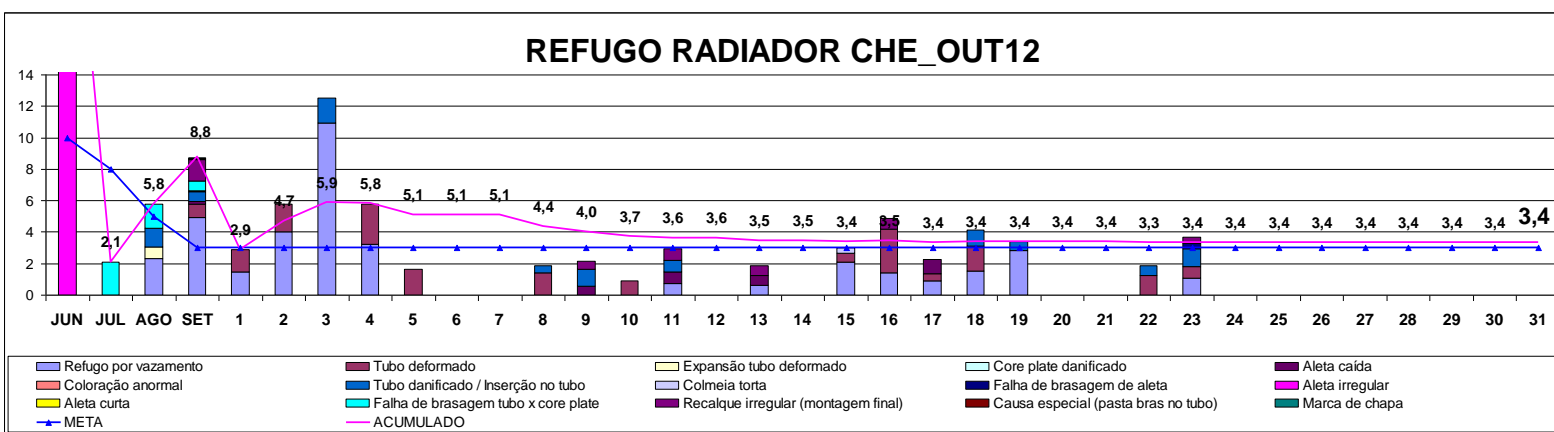


Figura 78 – Índice de acompanhamento diário do refugo do radiador CHE., referente ao mês de outubro.

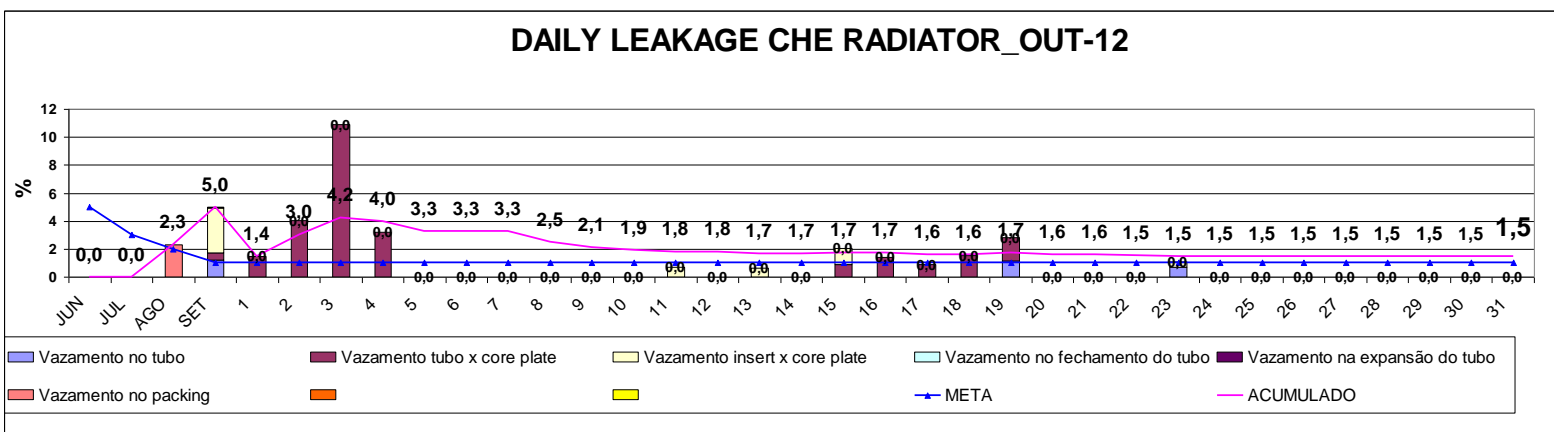


Figura 79 – Índice de acompanhamento diário do refugo do radiador CHE., referente ao mês de outubro.

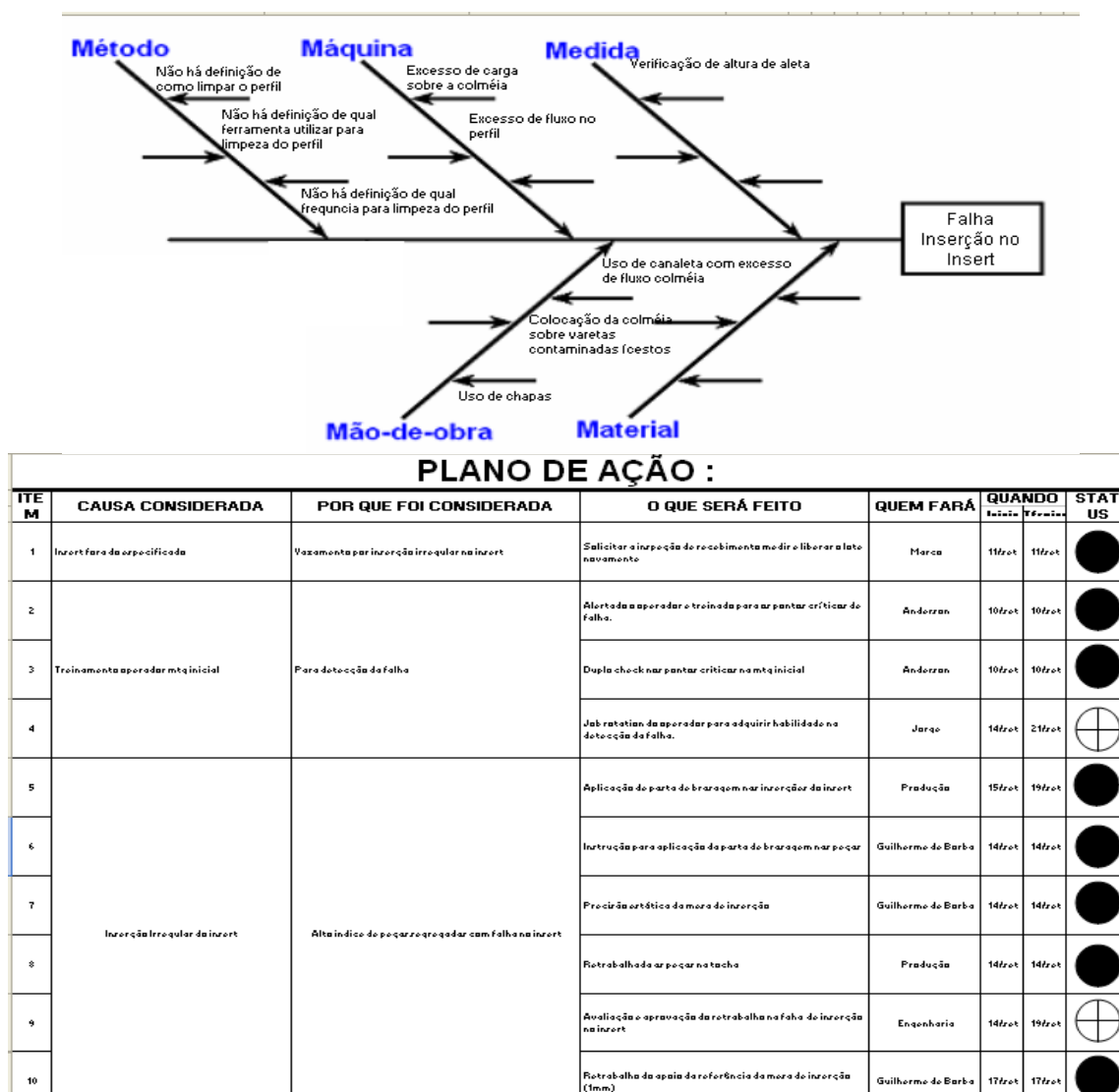


Figura 80 – Formulário de plano de ação da falha do condensador (formulário de plano de ações com o diagrama ishikawa para investigação da causa raiz).

6.3.3.3 Ferramentas complementares utilizadas para melhorias na linha de montagem radiador e condensador CHE.

YUUITI:



PLANO DE MELHORAMENTO - YUUITI CHE CAMPANHA ESPECIAL - PARA YUUITI PARA EFC (CHE)

Objetivo: consolidar a confiança do cliente através de zero falha.
Período: de 3 de setembro a 14 de setembro de 2012.

ITEM	DATA	PROBLEMAS	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	STATUS
1	03/set	Componentes sendo requisitados via RM	- Definir kabans de giro	Nelsom / Andersom	12/09/12 17/09/12	⬤
2	03/set	Falta de carrinho para bobinas (aletas)	- Confeccionar 2 carrinhos	Nelsom / 5s	21/set	⬤
3	03/set	Refugo da linha > 15%	- Definir atividades no plano de ação diária	Jorge / Tussoline	diário	⬤
4	03/set	Alto índice de reprovação (recalque evap)	- Verificar sistema de camera	Vinicius	6/9 11/09	⬤
5	03/set	Pokayoke do separador possibilita falha	- Elaborar check sheet para controle de setup	Vinicius	06/set	⬤
6	03/set	Perfil do condensador	- Fazer limpeza e estabelecer frequência	Alex / Gilmar	09/set	⬤
7	03/set	Chapas de compensação quebrando grafite	- Definir fluxo de retorno das chapas	Alex	6/9 11/09	⬤
8	03/set	Tempo alto na retirada de grampos/arames (evap/cond)	- Fazer estudo para balancear o processo	Julio / Alex	10/09/12 14/09/12	⬤
9	03/set	Falta calhas para radiador e evaporador	- Confeccionar calhas	Jorge	10/09/12 14/09/12	⬤
10	03/set	Falta definição de peças retrabalho/refugo	- Instrução para liderança -> peças segregadas, área retrabalho	Aldeir	04/set	⬤
11	03/set	Falta de embalagens (todos os produtos)	- Realizar compras de embalagens	Jorge / Massao	imediat	⬤
12	03/set	Variação no dimensional dos tanks	- Verificar junto a Pecval	Marco / Matheus	10/set	⬤
13	04/set	Dificuldade para inserir jig separador do tank evap.	- Investigar cota do produto	Vinicius	05/set	⬤
14	04/set	Falta ajuste do dispositivo de inserir separador cond.	- Ajuste do dispositivo	Roberto T.	06/set	⬤
15	04/set	Alto índice de aleta solta cond.	- Realizar limpeza das canaletas de brasagem	Alex	11/set	⬤
16	04/set	Empilhamento evap. Para brasagem	- Estudar melhor empilhamento (30 -> 24)	Nelsom	05/set	⬤
17	04/set	Tinta carimbo cód. Do evap. Soltando "fácil"	- Verificar situação da tinta	Gilmar	05/set	⬤
18	04/set	Carimbador teste de air leak do heater travando	- Alteração da lógica do carimbador	Vinicius	5/9 11/09	⬤
19	04/set	Altura da esteira abastecimento radiador diferentes	- Verificar alturas das esteiras para abastec. Colméia	Jorge / Gustavo	5/9 14/09	⬤
20	04/set	Falta de disp. De vazamento radiador na água	- Confeção de dispositivo para retrabalho	Matheus	05/nov	⬤
21	05/set	Falha de corte aletadora evap/hea	- Ajuste do cto de faca de corte	José Carlos / Aparecido	05/set	⬤
22	05/set	Somente 01 cto de faca de corte aletadora evap/hea	- Confeção de cto de faca de corte	T. Mino	05/out	⬤
23	05/set	Dificuldade para inspeção de inserção	- Confeção de bancada de inspeção com iluminação	Nelsom	14/set	⬤
24	05/set	Dificuldade em conhecer nome dos componentes	- Elaborar material para treinamento	Bruno K.	11/09/12 14/09/12	⬤

Figura 81 – Yuuiti CHE.

LUP – Lista única de pendências:

LISTA ÚNICA DE PENDÊNCIA - Rad/Con CHE

Nº	DATA	MODELO	OPORTUNIDADE / FALHA	AÇÕES PROPOSTAS	RESP.	PRAZO	STATUS	Origem
1	10/ago	Vários	Esteira de brasagem NBI com excesso de vibração	Verificar causa da vibração	Marco O.	()	⊕	Tyourei
2	10/ago	Vários	Falta registro de vazamento na área de retrabalho	Elaborar carta de controle	Valdecir	15/ago	⊕	Tyourei
3	10/ago	Cond	Dificuldade para o setup do air leak da solda do modulador (~30min)	Melhorar setup	Julio Silva	10/ago	⊕	Tyourei
4	10/ago	Vários	Falta definição de frequência de limpeza das varetas dos cestos de brasagem	Frequência de limpeza 100%	Jorge	09/ago	⊕	Tyourei
5	10/ago	Vários	Transporte de colméias para brasagem está gerando deformações (falhas)	Melhorar empilhamento de colméias no carrinho	Nelson	31/ago	⊕	Tyourei
6	10/ago	Cond	Falta calibre para medir plate header do condensador (plate quadrado)	Incluir calibre 0,2mm / cadastrar calibre	Anderson	11/ago	⊕	Tyourei
7	10/ago	Vários	Cestos de brasagem "sujos" e danificados	Limpeza e manutenção dos cestos	Jorge	13/ago	⊕	Tyourei
8	10/ago	Vários	Falta check list para inspeção pré-brasagem	Elaborar check list	Nelson	14/ago	⊕	Tyourei
9	14/ago	Cond	Entupimento abaixo condensador	Analisar mtg do separador	G. Borba	14/ago	⊕	Tyourei
10	14/ago	Cond	Falha de brasagem plate & tank condensador	Rever quantidade de fluxo aplicado (pó)	G. Borba	14/ago	⊕	Tyourei
11	14/ago	Cond	Falha de brasagem plate & tank condensador	Rever temperatura de brasagem	Julio Silva	14/ago	⊕	Tyourei
12	20/ago	Cond	Falha de brasagem condensador (plate&tank - extremidade)	Monitoramento de brasagem	Julio Silva	20/ago	⊕	Tyourei
13	22/ago	Vários	Atualização de plano de controle (carregamento)	Monitoramento com chapas	Julio Silva	23/ago	⊕	Tyourei
14	22/ago	Vários	Falta croqui de ilustração de falhas das colméias	Enviar desenhos para Valdecir	Vinicius	23/ago	⊕	Tyourei
15	28/ago	Cond	Tank modulador deslocado (condensador)	Incluir jig de apoio do modulador na brasagem	G. Borba	28/ago	⊕	Tyourei
16	29/ago	Cond	Pecas batidas no air leak da solda do mod.	Alteração do batente de apoio da colméia no teste de air leak	Roberto T./ Julio S	30/ago	⊕	Tyourei
17	29/ago	Cond	Falha de brasagem plate & tank condensador	Verificar junta a qualidade critério de aceitação da falha	Roberto T.	30/ago	⊕	Tyourei
18	03/set	Cond	Plata aberto	Berço da mesa de montagem	G. Borba		⊕	»
19	03/set	Rad	Inserção irregular insert / Inserção irregular tubo	Bancada com Luz vermelha	Guilherme/ Nelson	14/set	⊕	»
20	03/set	Cond	Falha de brasagem plate & tank condensador	Cálculo PNP plate	Roberto T.		⊕	»
21	03/set	Cond	Tubo estufado	Bancada com iluminação embaixo da peça	Guilherme/ Nelson	14/set	⊕	Report semanal
22	03/set	Cond	Agitador de fluxo	Solicitação do agitador de fluxo	Guilherme/ Anderson	30/ago	⊕	»
23	03/set	Cond	Quantidade de pallet	Compra de pallet	Jorge		⊕	Report semanal
24	03/set	Cond	Identificar gargalos da mtg inicial	Atualizar DPI/ Reuniões diárias 09:00	Guilherme/ Anderson	05/set	⊕	Report semanal
25	03/set	Rad	Identificar gargalos da mtg inicial	Atualizar DPI/ Reuniões diárias 09:00	Guilherme/ Anderson	05/set	⊕	Report semanal
26	03/set	Cond	Pecas de reposição para máquina de solda mtg inicial	Abrir solicitação de compra para peças de reposição e tocha	Bruno	06/set	⊕	»
27	03/set	Cond/Rad	Incluir checagem do pincel	Incluir no plano de controle frequência de inspeção nos pincéis em todas as operações que usem a ferramenta	Bruno	14/set	⊕	Auditoria pré limpo
28	03/set	Cond	Sequencia de colocação dos grampos	Analisar vídeo da India para parâmetro de comparação e referência	G. Borba	10/set	⊕	Auditoria pré limpo
29	03/set	Cond	Implementar frequência de controle das cotas de abertura da mesa de inserção	Incluir controle no PC ou na manutenção da máquina	G. Borba	11/set	⊕	Auditoria pré limpo
30	03/set	Cond	Implementar frequência de controle das cotas de abertura do JIG de transferência	Incluir controle no PC ou na manutenção da máquina	G. Borba	11/set	⊕	Auditoria pré limpo
31	03/set	Cond/Rad	Melhorar identificação da quantidade de tubos na mesa de transferência (Pendência auditoria pré limpo)		Guilherme/ Anderson	10/set	⊕	Auditoria pré limpo
32	03/set	Cond/Rad	Definir tolerância máxima e mínima para tensão do arame		G. Borba	12/set	⊕	Auditoria pré limpo
33	03/set	Cond/Rad	Melhorar rastreabilidade da produção mtg inicial/ pç brasada mtg final		Jorge		⊕	Reunião com Marco
34	03/set	Cond	Acertar fluxo dos novos perfis de brasagem condensador	Atualizar desenho e passar para as partes envolvidas	G. Borba	14/set	⊕	»
35	03/set	Rad	Punções para retrabalho dos radiadores	Localizar/ fabricar punções para operação de retrabalho do radiador	G. Borba	14/set	⊕	Tyourei
36	03/set	Cond/Rad	Eliminar falha de inserção	Teste com todos os tubos com a costura orientados para mesma posição	Roberto T.		⊕	Teste solicitado Edvaldo
37	03/set	Rad	Verificação do esquadro do Rad pós brasagem	Analisar lay out e fabricar bancada para alocar na inspeção pós brasagem	Guilherme/ Anderson		⊕	»
38	03/set	Cond	Eliminar folgas no dispositivo de inserção do cap mtg inicial	Reforçar torres de batentes	Ferramentaria	06/set	⊕	»
39	03/set	Cond	Eliminar grau de liberdade do cap durante o recalque	Colocar um inserto no dispositivo de recalque	Ferramentaria	14/set	⊕	»
40	03/set	Cond	Dispositivo de inserção de separador está fora de uso	Dispositivo de inserção do separador será alinhado e ajustado para o uso	Ferramentaria	11/set	⊕	»
41	03/set	Cond/Rad	Rotação do motor apresentando variação. Um motor em relação ao outro.	Ferramentaria (elétrica) irá analisar e ajustar o motor	Ferramentaria	06/set	⊕	»
42	03/set	Cond/Rad	Melhoria no dispositivo de fixação do arame na para aramagem.	Será fabricada uma peça idealizada na peça da aramadora do evaporador RS	Ferramentaria	06/set	⊕	»
43	03/set	Cond	Ver a influência da variação do perfil da aleta na altura do core.	Medir a altura da colméia pós brasada	Bruno	05/set	⊕	Análise do perfil da aleta
			Ver a influência da variação do perfil da aleta na altura				⊕	Análise do perfil da aleta

Figura 82 – Lista única de problemas.

KAIZEN – Ficha de kaizen:


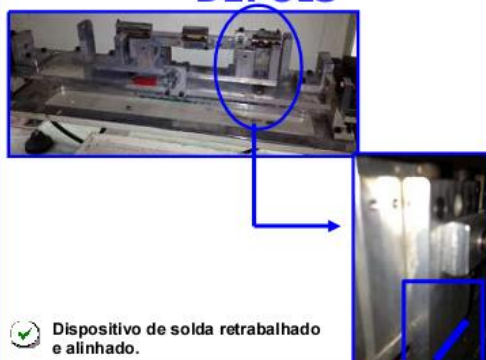
1		KAIZEN LINHA MTG CHE		DENSO	
DIFICULDADE: Falha de brasagem plate x tank				CLASSIFICAÇÃO DO KAIZEN <input type="checkbox"/> MATERIAL <input type="checkbox"/> SEGURANÇA <input checked="" type="checkbox"/> MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/> QUALIDADE <input type="checkbox"/> MÉTODO <input type="checkbox"/> 5S <input type="checkbox"/> MÃO OBRA <input type="checkbox"/> PRODUTIVIDADE	
CÉLULA: CHE	PROCESSO: OP 130 – Solda do modulador e do conector				
RESP: Guilherme	DATA: 29/09/12				
ANTES  <p>Dispositivo de solda temporária do modulador causava deformação e empenamento nos tanks;</p>		DEPOIS  <p>Dispositivo de solda retrabalhado e alinhado.</p>			
EFEITO: Redução do refugo 5,48% → 0%					
Elaborado: _____					

Figura 83 – Ficha de kaizen.

3		KAIZEN LINHA MTG CHE		DENSO	
DIFICULDADE: Vazamento solda cap modulador				CLASSIFICAÇÃO DO KAIZEN <input type="checkbox"/> MATERIAL <input type="checkbox"/> SEGURANÇA <input checked="" type="checkbox"/> MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/> QUALIDADE <input type="checkbox"/> MÉTODO <input type="checkbox"/> 5S <input type="checkbox"/> MÃO OBRA <input type="checkbox"/> PRODUTIVIDADE	
CÉLULA: CHE	PROCESSO: OP 290 Solda cap modulador				
RESP: Marco	DATA: 06/09/12				
ANTES  <p>Modulador não acoplava no dispositivo devido ao bead do de solda no modulador</p>		DEPOIS  <p>Retrabalhado o dispositivo</p>			
EFEITO: Redução do refugo 1,18% → 0,1%					
Elaborado: _____					

Figura 84 – Ficha de kaizen.



1

KAIZEN LINHA MTG CHE

DENSO
DIFICULDADE: Vazamento insert x core plate







CÉLULA: CHE

PROCESSO: OP 070 Montagem da colméia

RESP: Guilherme

DATA: 6/09/12

CLASSIFICAÇÃO DO KAIZEN			
<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> SEGURANÇA	<input checked="" type="checkbox"/> QUALIDADE	<input checked="" type="checkbox"/> 5S PRODUTIVIDADE
<input checked="" type="checkbox"/> MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> 5S PRODUTIVIDADE		
<input type="checkbox"/> MÉTODO			
<input type="checkbox"/> MÃO OBRA			

ANTES	DEPOIS
   <p> <input checked="" type="checkbox"/> Batente de referência permitia inserção irregular do insert no core plate; <input checked="" type="checkbox"/> Matéria prima fora do especificado; </p>	   <p> <input checked="" type="checkbox"/> Retrabalhado o a face do batente de referência de apoio do insert; (faceado 0,05mmna face indicada). <input checked="" type="checkbox"/> Segregado o lote de matéria prima fora do especificado. </p>
EFEITO: Redução do refugo 3,21% → 0%	

Elaborado: _____

Figura 85 – Ficha de kaizen.



1

KAIZEN LINHA MTG CHE

DENSO
DIFICULDADE: Falha de brasagem plate x tank








CÉLULA: CHE

PROCESSO: OP 065 – Limpeza e calibração dos grampos

RESP: Roberto

DATA: 29/09/12

CLASSIFICAÇÃO DO KAIZEN			
<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> SEGURANÇA	<input checked="" type="checkbox"/> QUALIDADE	<input checked="" type="checkbox"/> 5S PRODUTIVIDADE
<input checked="" type="checkbox"/> MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> 5S PRODUTIVIDADE		
<input checked="" type="checkbox"/> MÉTODO			
<input type="checkbox"/> MÃO OBRA			

ANTES	DEPOIS
   <p> <input checked="" type="checkbox"/> Para a calibração dos grampos era utilizado somente os dispositivos para calibração, e esse método maneira não garantia todas as cotas de calibração. </p>	    <p> <input checked="" type="checkbox"/> Alterado o método para efetuar a calibração com os dispositivos e ajuste na bancada. A melhoria no método garante a calibração de todas as cotas. </p>
EFEITO: Redução do refugo 5,48% → 0%	

Elaborado: _____

Figura 86 – Ficha de kaizen.



2

KAIZEN LINHA MTG CHE

DENSO
DIFICULDADE: Falha de brasagem aleta





CÉLULA: CHE

PROCESSO: OP 220 Brasagem

RESP: Julio

DATA: 06/10/12

CLASSIFICAÇÃO DO KAIZEN	
<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> SEGURANÇA
<input checked="" type="checkbox"/> MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> QUALIDADE
<input type="checkbox"/> MÉTODO	<input type="checkbox"/> 5S PRODUTIVIDADE
<input type="checkbox"/> MÃO OBRA	

ANTES	DEPOIS
 <p>Perfil de brasagem com residuo de fluxo</p>	 <p>Perfil de brasagem SEM residuo de fluxo</p>
 <p>Vareta do cesto com residuo de fluxo</p>	 <p>Vareta do cesto SEM residuo de fluxo</p>
<p>❌ Perfil de brasagem com residuo de fluxo; ❌ Varetas do cesto de brasagem com residuo de fluxo. ❌ Com o carregamento com as chapas o core do condensador era pressionado contras as varetas com o peso das chapas.</p>	<p>✅ Os perfis foram limpos e estabelecida uma frequencia de limpeza; ✅ Os cestos de brasagem foram limpos e estabelecida uma frequencia de limpeza; ✅ Substituidas as chapas com contato com o core por chapas, sem contato com o core, somente apoiada nos cestos.</p>
EFEITO: Redução do refugo 3,26% → 0,2%	

Elaborado: _____

Figura 87 – Ficha de kaizen.



3

KAIZEN LINHA MTG CHE

DENSO
DIFICULDADE: Vazamento tubo furado



CÉLULA: CHE

PROCESSO: OP 220 Brasagem

RESP: Julio

DATA: 06/10/12

CLASSIFICAÇÃO DO KAIZEN	
<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> SEGURANÇA
<input checked="" type="checkbox"/> MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> QUALIDADE
<input type="checkbox"/> MÉTODO	<input type="checkbox"/> 5S PRODUTIVIDADE
<input type="checkbox"/> MÃO OBRA	

ANTES	DEPOIS
	
<p>❌ Com o carregamento com as chapas o core do radiador era pressionado contras as varetas com o peso das chapas.</p>	<p>✅ Substituidas as chapas com contato com o core por chapas, sem contato com o core, somente apoiada nos cestos.</p>
EFEITO: Redução do refugo 5,48% → 0%	

Elaborado: _____

Figura 88 – Ficha de kaizen.

6.5 Conclusão:

Seguindo a exigências do mercado consumidor e o crescimento da competitividade do mercado, fazem com que as empresas busquem inovações sem um aumento no custo do produto final, e isso é capital para se obter um cliente satisfeito. Para manter um cliente satisfeito é necessário ter um baixo custo, um produto com boa qualidade e no momento que o cliente necessita, e isso a empresa tem que ter como meta para atingir o objetivo. Nessa mesma linha de manter o cliente satisfeito que a mentalidade enxuta se norteia, a base e os pilares da casa da Toyota, são a explicação simples de como deixar o cliente bem, no alto, no topo, satisfeito. A casa da Toyota é uma metáfora muito forte do que realmente significa a mentalidade enxuta.

Assim, pode-se concluir que estratégia adotada foi adequada, analisando os gráficos de acompanhamento de refugo, tanto o gráfico de acompanhamento mensal como o gráfico de acompanhamento diário é notável a tendência de queda rumo ao atendimento das metas. Com a estratégia adotada possibilita afirmar que os planos de ações são robustos suficiente para atacar a causa raiz, seja para eliminá-la ou na detecção. Outro ponto positivo a ressaltar é o gerenciamento visual e apresentação em geral, as falhas e as ações devidamente registradas.

Para o mês de outubro, está sinalizando que as metas serão cumpridas e que os surtos de falhas tenderão cada vez serem menores e menos significativos o que leva a crer que para 2013, quando os volumes de produção serão muito maiores, o projeto vai ter atingido o objetivo de forma satisfatória.

7.Referencias Bibliográficas

WOMACK, James P. “A máquina que mudou o mundo”. Rio de Janeiro: Campus, 1992

ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

WOMACK, James P., A mentalidade enxuta nas empresas, Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2004.

MACHADO, R. L., HEINECK, L. F. M. “Estratégias de Produção para a Construção Enxuta”

Ohno, Taiichi. “ O Sistema de Produção – Além da produção em larga escala”. Bookman, 1997

SHINGO, Shigeo, “O sistema toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção”, Porto Alegre, Bookman, 1996.

LEAN Institute Brasil. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.lean.org.br>.

LEAN Enterprise Institute. Cambridge, 1997. Disponível em: <http://www.lean.org/>.

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Santa Catarina, 2007 em <http://www.esp.ufsc.br>

A enciclopédia livre, 2001. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/>

www.cte.com.br/noticias (consulta: novembro/2006)

CTE: Centro de Tecnologia e Edificações
07_01_0002.2xt, (consulta: juho/2006).